

# METABOLISME DEL CENTRE MÓN NATURA PIRINEUS



---

*TREBALL FINAL DE GRAU DE CIÈNCIES AMBIENTALS*

---

2015-2016



**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

Green Wave en col·laboració amb la  
Universitat Autònoma de Barcelona

**Balsells Fernández, Arnau**  
**Segués Alierta, Pau**  
**Vela Herranz, Nacho**

**Tutors:** Dr. Joan Rieradevall,  
Dra. Almudena Hierro, Anna  
Petit

## **Agraïments**

Comencem aquest projecte donant gràcies a totes les persones que ens han ofert suport incondicional en tot moment motivant-nos i oferint-nos les eines per seguir endavant enfront les dificultats trobades, ha sigut gràcies a aquestes que el projecte ha assolit els resultats esperats.

En primer lloc agraïm immensament la tasca de tot el personal de MónNatura Pirineus; especialment a l'Eugenio Rojas i la Dolors Cortina que ens han cedit totes les dades que han tingut a l'abast quan les hem requerit, sempre amb una actitud atenta i cooperativa. Valorem molt positivament la nostra estada al centre, la hospitalitat i el tracte familiar rebut. Sense ells aquest projecte no hagués estat possible.

Volem donar les gràcies també i molt especialment als doctors Almudena Hierro, Joan Rieradavall i Anna Petit, per la seva dedicació i la paciència mostrada durant l'elaboració de l'estudi. Els volem agrair els seus consells, la seva professionalitat i la confiança dipositada en nosaltres. Sense ella aquest projecte tampoc hagués estat possible.

Per últim volem donar les gràcies a totes aquelles persones que ens han acompanyat en aquest procés, i que ens han animat en tot moment per tal que el projecte tirés endavant.



# Índex

CAPÍTOL I: ANTECEDENTS .....	15
1.1 Arquitectura sostenible .....	16
1.1.2 De la Revolució Industrial a la Globalització .....	16
1.2 Del Desenvolupament Sostenible a l'Arquitectura Sostenible .....	18
1.3 El Bioclimatisme .....	20
1.3.1 Disseny bioclimàtic .....	20
Forma i configuració de l'edifici .....	20
Materials sostenibles.....	21
1.3.2 La gestió energètica del Bioclimatisme .....	22
Aprofitament de l'energia solar i la llum natural .....	23
Eines per la minimització del consum d'aigua.....	30
1.4 Experiències d'arquitectura bioclimàtica en entorns d'alta muntanya .....	33
1.4.1 Casa Solar, Andorra .....	33
1.4.2 Mur Trombe, Alta Cerdanya .....	34
1.4.3 Casa Bunyesc, Lleida .....	35
1.4.4 CREAS (Centro de Recursos de Educación Ambiental para la Sostenibilidad), Pozuelo de Alarcón.....	37
1.5 Marc normatiu .....	39
1.5.1 Normativa referent a l'aprofitament de biomassa.....	39
Normativa europea .....	39
Normativa estatal .....	40
Normativa autonòmica.....	40
1.5.2 Normativa referent a la instal·lació d'energia solar fotovoltaica .....	41
Normativa estatal .....	41
Normativa autonòmica.....	42
1.5.3 Normativa referent a l'energia solar tèrmica .....	42
Normativa europea .....	42
Normativa estatal .....	43
Normativa autonòmica.....	43
1.5.4 Normativa referent a l'energia hidroelèctrica .....	44
Normativa estatal .....	44
1.5.5 Normativa referent a l'eficiència energètica en l'edificació.....	44
Normativa europea .....	45

Normativa estatal .....	45
Normativa autonòmica.....	45
1.6 Marc socioambiental de les valls d'Àneu.....	46
1.6.1 Entorn natural.....	46
Climatologia.....	47
Geologia i Hidrografia.....	48
Flora i fauna a les valls d'Àneu .....	49
1.6.2 Entorn social .....	53
Nou paradigma econòmic .....	53
Població .....	54
Patrimoni cultural i arqueològic .....	56
Accessibilitat.....	57
1.7 MónNatura Pirineus.....	58
CAPÍTOL II: JUSTIFICACIÓ .....	60
CAPÍTOL III: OBJECTIUS .....	63
3.1 Objectius Generals.....	64
3.2 Objectius Específics.....	64
CAPÍTOL IV: METODOLOGIA .....	65
4.1 Recerca d'informació i dades .....	67
4.2 Fitxes .....	67
4.3 Diagnosi.....	70
4. .4 Conclusions .....	71
4.5 Propostes de millora .....	71
CAPÍTOL V: INVENTARI I DIAGNOSI.....	73
5.1 Descripció arquitectònica de l'edifici.....	74
5.2 Perfil de funcionament de l'edifici .....	78
5.2.1 Perfil d'ús de l'edifici.....	78
5.2.2 Fluxos físics: usuaris.....	79
Visitants totals .....	81
Visitants escolars i no escolars .....	82
Visitants escolars .....	82
Visitants no escolars .....	84
Pernoctants i no pernoctants .....	85
5.2.3 Dades sobre l'Ocupació .....	86

5.3 Anàlisi del sistema MónNatura Pirineus .....	89
5.3.1 Anàlisi del subsistema elèctric .....	89
Inventari elements elèctrics per equipaments.....	89
Consums elèctrics de MónNatura Pirineus .....	102
5.4 Anàlisi del subsistema tèrmic.....	112
5.4.1 Perfil de funcionament del subsistema tèrmic.....	112
5.4.2 Anàlisi del subsistema tèrmic. Consums i demanda energètica.....	113
Càlcul de la demanda d'Aigua Calenta Sanitària (ACS).....	118
Consums tèrmics anuals per pernoctant.....	121
Grau d'autosuficiència en el consum d'energia tèrmica .....	123
5.5 Anàlisi del subsistema hídic.....	126
Inventari equips hídrics per equipaments.....	126
Consums hídrics de MónNatura Pirineus .....	129
5.6 Consum energètic de MónNatura Pirineus.....	134
5.6.1 Consum energètic degut al transport.....	134
5.6.2 Consum energètic total .....	135
5.7 Petjada de Carboni de MónNatura Pirineus .....	137
5.7.1 Petjada de carboni del subsistema elèctric .....	137
5.7.2 Petjada de carboni del subsistema tèrmic.....	138
5.7.3 Petjada de carboni del transport .....	139
Petjada de carboni deguda als visitants escolars .....	140
Petjada de carboni deguda als visitants no escolars .....	141
Petjada de carboni del transport total .....	142
5.7.4 Petjada de carboni global .....	142
5.7.5 Petjada de carboni per visitant.....	143
CAPÍTOL VI: CONCLUSIONS.....	145
CAPÍTOL VII: PROPOSTES DE MILLORA .....	148
7.1 Estratègia: Disminució del consum de recursos no renovables.....	150
Programa 7.1.1. Eficiència energètica de l'edifici.....	150
Programa 7.1.2. Implantació d'energies renovables.....	152
7.2 Estratègia: Reducció del consum d'aigua .....	154
Programa 7.2.1. Aprofitament de l'aigua de la pluja.....	154
7.3 Estratègia: Incentivar l'ús del transport d'alta ocupació .....	155

Programa 7.3.1 Ús de transport d'alta ocupació BCN-Planes de Son durant els caps de setmana dels mesos amb més ocupació del centre .....	155
CAPÍTOL VIII: BILIOGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ .....	157
CAPÍTOL IX: PRESSUPOST .....	160
CAPÍTOL X: PETJADA DE CO <sub>2</sub> .....	162
CAPÍTOL XI: PROGRAMACIÓ .....	165
ANNEXOS .....	167

## Índex de taules i figures

### Taules

**Taula 4.1:** Resum per Espais i Blocs del centre MónNatura

**Taula 4.2:** Fitxa de la Sala d'Informàtica

**Taula 4.3:** Fitxa d'Indicadors

**Taula 4.4:** Fitxa pels plans d'acció

**Taula 5.1:** Superfície ( m<sup>2</sup>) dels espais del centre

**Taula 5.2:** Dades sobre el funcionament del centre

**Taula 5.3.:** Definicions dels usuaris

**Taula 5.4:** Visitants segons tipologia

**Taula 5.5:** Procedència de les escoles

**Taula 5.6:** Ocupació del centre (Nº pernoctanats)

**Taula 5.7:** Inventari elèctric Sala d'informàtica

**Taula 5.8:** Inventari elèctric Ludoteca Nens

**Taula 5.9:** Inventari elèctric Sala de Jocs

**Taula 5.10:** Inventari elèctric Biblioteca

**Taula 5.11:** Inventari elèctric Auditori i Sala de Control

**Taula 5.12:** Inventari elèctric Espais Comuns

**Taula 5.13:** Inventari elèctric Porxo i Sales Material

**Taula 5.14:** Inventari elèctric Recepció

**Taula 5.15:** Inventari elèctric Observatori Astronòmic

**Taula 5.16:** Inventari elèctric Planetari



**Taula 5.17:** Inventari elèctric Laboratori

**Taula 5.18:** Inventari elèctric Cuina i Magatzem

**Taula 5.19:** Inventari elèctric Menjador

**Taula 5.20:** Inventari elèctric Bar

**Taula 5.21:** Inventari elèctric Bugaderia

**Taula 5.22:** Inventari elèctric Espais Comuns i Vestuaris del Personal

**Taula 5.23:** Inventari elèctric de les habitacions per persones amb mobilitat reduïda

**Taula 5.24:** Inventari elèctric Habitacions amb bany

**Taula 5.25:** Inventari elèctric Oficina d'Educació Ambiental, Saleta d'estar i Sanitari

**Taula 5.26:** Inventari elèctric Bodega

**Taula 5.27:** Consums elèctrics per equipament

**Taula 5.28:** Consums elèctrics per zona i superfície

**Taula 5.29:** Consum elèctric mensual i anual per pernoctant (kWh)

**Taula 5.30:** Consums anuals de gas propà (kg)

**Taula 5.31:** Demanda energètica derivada del consum de propà

**Taula 5.32:** Consums anuals de pèl·let (kg)

**Taula 5.33:** Demanda energètica derivada del consum de pèl·let

**Taula 5.34:** Demanda energètica derivada del sistema solar tèrmic

**Taula 5.35:** ocupació mitjana mensual pel període 2010-2014

**Taula 5.36:** Temperatures de l'aigua de la xarxa a Lleida (°C)

**Taula 5.37:** Demanda energètica de l'ACS mensual

**Taula 5.38:** consum tèrmic total a Mónnatura pirineus

**Taula 5.39:** Consum tèrmic a Mónnatura pirineus per pernoctant

**Taula 5.40:** Inventari hídric Observatori astronòmic

**Taula 5.41:** Inventari hídric Laboratoris

**Taula 5.42:** Inventari hídric Cuina i Magatzems

**Taula 5.43:** Inventari hídric del Bar

**Taula 5.44:** Inventari hídric Bugaderia

**Taula 5.45:** Inventari hídric Sanitaris Comuns i Vestuaris del Personal

**Taula 5.46:** Inventari hídric de les Habitacions per a persones amb mobilitat reduïda

**Taula 5.47:** Inventari hídric de les Habitacions

**Taula 5.48:** Inventari hídric de l'oficina d'educació ambiental, saleta i sanitari

**Taula 5.49:** Consums hídrics per pernoctant mensuals i anuals (L)

**Taula 5.50:** Mitjana consum hídric mensual (L)

**Taula 5.51:** Kg de CO<sub>2</sub> eq per KWh anual

**Taula 5.52:** tones de CO<sub>2</sub> equivalent pel propà

**Taula 7.1 :** Taula resum dels punts obtinguts en la priorització

**Taula 9.1:** Consum energètic i impacte ambiental del projecte (T CO<sub>2</sub> eq.)

**Taula annex 1:** Freqüència de les diferents velocitat segons distribució de Rayleigh

**Taula annex 2:** Energia generada pel molí durant un any (Wh/any)

**Taula annex 3:** Pressupost estàndard del sistema elèctrica d'una MCH.

**Taula annex 4:** Resultats del Software Plugrisost

## Figures

**Figura 1.1:** Creixement demogràfic global

**Figura 1.2:** Esquema del desenvolupament sostenible

**Figura 1.3:** Termografia d'un edifici

**Figura 1.4:** Esquema d'una caldera de biomassa

**Figura 1.5:** Esquema d'un terra radiant

**Figura 1.6:** Sistema de plaques Fotovoltaïques

**Figura 1.7:** Esquema de energia geotèrmica en un habitatge

**Figura 1.7:** Esquema d'un sistema eòlic

**Figura 1.8:** Esquema de l'energia hidroelèctrica aplicada a un edifici

**Figura 1.9:** Fotografia de Casasolar

**Figura 1.10:** Imatge del mur Trombe a Cal Llata, Montellà

**Figura 1.11:** Fotografia de la Casa Bunyesc

**Figura 1.12:** Centro de Recursos de Educación Ambiental para la Sostenibilidad

**Figura 1.13:** Espais d'interès natural i Xarxa natura 2000

**Figura 1.13:** Mapa físic de la zona del centre

**Figura 1.15:** Flor de Neu

**Figura 1.16:** Trençalòs

**Figura 1.17:** Activitats per sectors al Pallars Subirà i a l'Alt Àneu

**Figura 1.18** Variació de la població al Pallars Subirà

**Figura 4.1:** Diagrama metodologia

**Figura 5.1:** Ortofotomapa del centre

**Figura 5.2:** Soterrani MónNatura

**Figura 5.3:** Planta baixa MónNatura

**Figura 5.4:** Planta primera MónNatura

**Figura 5.5:** Visitants anuals

**Figura 5.6:** Visitants segons tipologia escolars

**Figura 5.7:** Escolars segons procedència

**Figura 5.8:** Escolars segons pernoctació

**Figura 5.9:** No escolars segons procedència

**Figura 5.10:** No escolars segons pernoctació

**Figura 5.11:** Visitants segons pernoctació

**Figura 5.12:** Ocupació mensual mitja

**Figura 5.13:** Consums elèctrics en % segons zona

**Figura 5.14:** Consum elèctric diari en kWh destinat a enllumenat

**Figura 5.15:** Tendència consum elèctric mensual kWh (2011, 2013 i 2014)

**Figura 5.16:** Diagrama de barres del consum elèctric anual en kWh (2011, 2013 i 2014)

**Figura 5.17 :** Tendència del consum elèctric en kWh/pernecant (2011, 2013 i 2014)

**Figura 5.18:** Consum elèctric kWh per pernoctant anuals (2011, 2013 i 2014)

**Figura 5.19:** Esquema del circuit de calefacció del centre

**Figura 5.20:** Consum tèrmic (kg de propà) pels anys 2011, 2013 i 2014

**Figura 5.21:** Proporció de propà destinada a cada ús

**Figura 5.22:** Consum tèrmic (kg de pèl·let) pels anys 2012,2013 i 2014

**Figura 5.23:** mòduls solars tèrmics de la façana

**Figura 5.24:** Consum tèrmic (kWh) per pernoctant durant els anys 2011-2014

**Figura 5.25:** Consum d'energia (kWh) tèrmica 2011-14

**Figura 5.26:** Grau d'autosuficiència pel consum tèrmic 2011

**Figura 5.27:** Grau d'autosuficiència pel consum tèrmic 2013

**Figura 5.28:** Grau d'autosuficiència pel consum tèrmic 2014

**Figura 5.29:** Tendència del consum hídric mensual (L) (2010-2011)

**Figura 5.30:** Consum hídric anual (L) (2010-2011)

**Figura 5.31:** Consum hídric per pernoctant anual (2010-2011)

**Figura 5.32:** Comparació entre la ocupació mensual mitjà i el consum d'aigua mensual mig (L)

**Figura 5.33:** kWh anuals equivalents degut al transport

**Figura 5.34:** Consums energètics segons tipus anuals (kWh)

**Figura 5.35:** Percentatge del consum segons tipus (%)

**Figura 5.36:** Consum energètic per pernoctant (kWh)

**Figura 5.37:** TCO<sub>2</sub> Anuals

**Figura 5.38:** T CO<sub>2</sub> eq./any pel propà

**Figura 5.39:** Percentatge mitjà de escolars i no escolars

**Figura 5.40:** KgCO<sub>2</sub> derivat del transport escolar segons zona i any

**Figura 5.41:** Kg de CO<sub>2</sub> derivats del consum dels no escolars

**Figura 5.42:** Percentatges d'emissió segons procedència

**Figura 5.43:** TCO<sub>2</sub> derivades del transport al centre

**Figura 5.44:** T CO<sub>2</sub> globals del centre per tipologia

**Figura 5.45:** KgCO<sub>2</sub> per pernoctant i any

**Figura 7.1:** Diagrama propostes de millora

**Figura annex 1:** Corba de potència de l'aerogenerador TURBEC 100

**Figura annex 2:** Climograma Esterri d'Àneu

**Figura annex 3:** Mapa de les Planes de Son amb el riu Cabanyeres senyalitzat

**Figura annex 4:** Càlcul de la radiació incident a MónNatura Pirineus



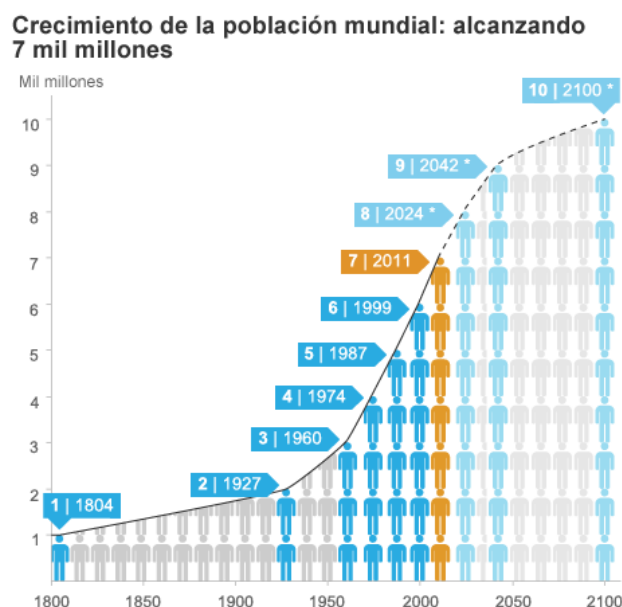
# CAPÍTOL I: ANTECEDENTS

## 1.1 Arquitectura sostenible

El terme d'arquitectura sostenible prové de la derivació del desenvolupament sostenible que promulgà la primera ministra noruega Gro Brundtland a l'informe "Our common future" a la 42<sup>a</sup> sessió de les Nacions Unides<sup>1</sup>. Ara bé, per entendre la complexitat d'aquest, primer hauríem de contextualitzar el canvi tant social com tecnològic que la nostra societat ha fet en aquests últims 300 anys i entendre el paper que hi ha jugat l'arquitectura.

### 1.1.2 De la Revolució Industrial a la Globalització

Com sabem, la nostra societat ha patit una cadena de creixements incontrolats:



**Figura 1.1:** Creixement demogràfic global

**Font:** BBC (2011)

Veurem a la Figura 1.1 que la població del nostre planeta ha augmentat exponencialment a través dels anys i que la previsió es que continuï creixent de manera indefinida fins arribar a un estat estacionari. Aquest creixement no només ha estat demogràfic, ens trobem davant d'un augment de les superfícies de les ciutats, una creixent ocupació del territori, un augment en el consum de recursos i matèries primeres i un creixement dels desequilibris socials i mediambientals.<sup>2</sup>

Si establim criteris de causalitat veurem que aquest factors estan relacionats amb algunes de les greus conseqüències que pateix actualment el nostre planeta. Ens referim al canvi climàtic i a l'efecte hivernacle, la destrucció de la capa d'ozó, la contaminació de l'aire i les aigües, la

<sup>1</sup> ONU. (1987). *Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.

<sup>2</sup> Mellado, E. A. (2010). *Sostenibilidad en centros sanitarios*. Barcelona: Plataforma.



desertització, la sobreexplotació dels recursos no renovables, l'extensió de les bosses de pobresa i la pèrdua de biodiversitat animal i vegetal entre d'altres.

I és en aquest context on es conforma una corrent a escala mundial que té com a objectiu fer prendre consciència de l'impacte global de la humanitat i establir mesures per mitigar-lo; alguns dels seus vestigis són:

- Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Humà del 1972 a Estocolm<sup>3</sup>
- L'informe de Brundtland ("Our common future") a la Comissió Mundial sobre Medi Ambient i Desenvolupament el 1987<sup>4</sup>
- La Cimera de la Terra de Rio de Janeiro a la Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Ambient i el Desenvolupament el 1992<sup>5</sup>
- La Carta d'Aalborg a la Conferència Europea sobre Ciutats i Pobles Sostenibles el 1994<sup>6</sup>
- La 3ª Conferència sobre el Canvi Climàtic i el Protocol de Kyoto de 1997<sup>7</sup>

Per seguir farem especial èmfasi en l'informe Brundtland i la seva definició de desenvolupament sostenible:

*"El desenvolupament sostenible és el desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer les seves pròpies necessitats"*

---

<sup>3</sup> ONU. (1972). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Estocolmo.

<sup>4</sup> ONU. (1987). *Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.

<sup>5</sup> ONU. (1992). *Cimera de la Tierra. Rio de Janeiro*.

<sup>6</sup> ONU. (1994). *Conferencia europea sobre ciudades sostenibles*. Aalborg, Dinamarca.

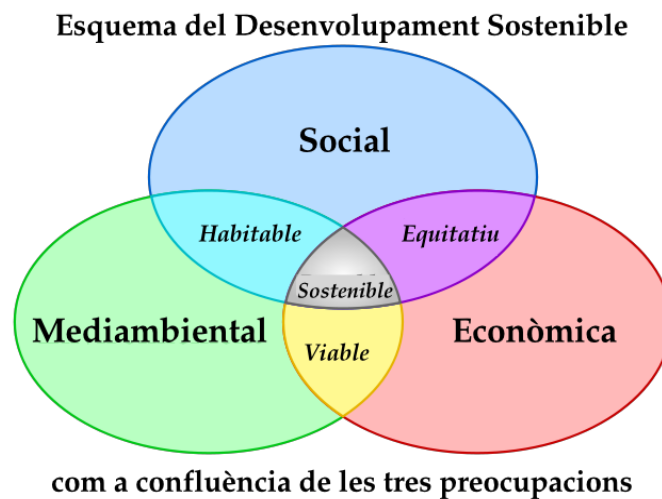
<sup>7</sup> ONU. (1998). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto, Japón.

## 1.2 Del Desenvolupament Sostenible a l'Arquitectura Sostenible

La definició de sostenibilitat ha anat canviant al llarg del temps de manera que no s'ha acotat un significat únic. Una de les màximes que s'han emprat explicar la seva base teòrica és:

*“Pensar globalment, actuar localment”*

De manera que dotem aquesta d'un component holístic, que agrupa diferents marcs que podem exemplificar amb la Figura 1.2:



**Figura 1.2:** Esquema del desenvolupament sostenible

**Font:** Johan Dreo (2011)

Per tant l'arquitectura sostenible entenent-la com una derivació del desenvolupament sostenible, haurà de lidiar aquestes tres visions; social, econòmica i mediambiental.

Una de les vessants arquitectòniques que adopten aquest concepte es l'arquitectura bioclimàtica i el bioclimatisme en sí. Aquest serà de cabdal importància en el nostre treball ja que fonamentarà els pilars del disseny del nostre objecte d'estudi, MónNatura Pirineus.

Fent una lectura des de la lògica observarem que la arquitectura en la seva definició porta implícit el concepte bioclimàtic, al tractar-se de l'art que possibilita la vida (bio) mitjançant la

construcció de espais que tèrmicament ho permetin. Per tant tota arquitectura es bioclimàtica o hauria de ser-ho.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> WikiEOI. (2012). *Arquitectura Bioclimática: Introducción y antecedentes en Ecomateriales y construcción sostenible*.

## 1.3 El Bioclimatisme

El bioclimatisme emprà les característiques del clima del lloc en el que s'ubica a l'edifici per a millorar les seves característiques de confort disminuint a més el seu consum energètic. Aquest afavoreix la captació d'energia solar, optimitza la il·luminació natural i la ventilació creuada.

Se sol utilitzar el símil de que la part envoltant de l'edifici (parets, terra i sostre) ha d'actuar, com la pell humana, adaptant-se a les variacions del medi exterior mantenint el benestar del medi interior.

### 1.3.1 Disseny bioclimàtic

L'arquitectura bioclimàtica redueix la demanda d'energia al tenir en compte en el disseny de l'edifici, les característiques climàtiques de l'entorn i la ubicació i orientació de l'edifici més adequada i adaptada al medi on es construeix. Per tant, col·labora de forma important en la reducció dels problemes mediambientals derivats d'aquest.

#### Forma i configuració de l'edifici

En climes freds l'edifici hauria de ser compacte, amb poca superfície exposada a baixes temperatures i a vents freds per evitar les pèrdues energètiques. En climes càlids i secs, la forma haurà de de ser també compacta en la part exterior per tal d'evitar la captació d'una calor excessiva. Alhora haurà d'aconseguir obrir espais per la captació de llum i ventilació natural. En climes càlids i humits la forma haurà de ser molt oberta afavorint una ventilació natural per tal que l'edifici s'autoreguli.

## Materials sostenibles

Per a poder aconseguir els objectius del bioclimatisme, els materials que es fan servir han de ser especialment dissenyats, construïts i utilitzats. Sigui quin sigui l'origen dels materials (naturals o artificials) han de complir una sèrie de característiques:<sup>9</sup>

- No han d'esgotar recursos naturals, per tant han de procedir de fonts renovables o matèries primes molt abundants.
- S'ha de tenir en compte el cicle de vida del material per tal d'avaluar l'energia realment consumida.
- Han de ser respectuosos amb el medi ambient al final de la seva vida útil.
- Es important el criteri de biocompatibilitat, hem d'evitar els tòxics que puguin disminuir el confort dels usuaris.

## Vidres

El vidre es un material que s'ha emprat en la construcció des de fa mil·lennis, però ens trobem amb una desmesurada evolució durant aquests últims 25 anys on es possible fabricar vidres per a quasi totes les prestacions necessàries en construcció. La seva funcionalitat es basa en:<sup>10</sup>

- Limitar els guanys d'energia solar a través de les finestres i claraboies.
- Limitar les pèrdues quan l'exterior està més fred que l'interior.
- Facilitar la il·luminació natural de les estàncies.
- Eliminar o filtrar la radiació ultraviolada per tal que no es malmetin els materials.
- Evitar la contaminació acústica.
- Crear espais de transició entre l'exterior i l'interior.

Les finestres com s'observa en la Figura 1.3 són els punts on hi ha més intercanvi tèrmic i per tant serà molt important la seva eficiència.

---

<sup>9</sup>Alberich, M. L. (2001). Estrategias bioclimáticas en la arquitectura

<sup>10</sup> Vale, B. (2003). *Tecnología y arquitectura*.



**Figura 1.3:** Termografia d'un edifici

Font: Macbrabant (2008)

### Aïllament tèrmic

Els materials aïllants tèrmic tenen com a objectiu disminuir les pèrdues de calor a través de l'evolvent de l'edifici. Una de les característiques bàsiques dels aïllants es el factor K. Aquest coeficient expressa la pèrdua d'energia a través d'una unitat de superfície en funció de la diferència de temperatura entre l'interior i l'exterior.

Existeixen infinitat de materials que podem utilitzar com a aïllants, materials orgànics, minerals i compostos de síntesi, però també hi ha tècniques com la del sostre verd que poden aportar més funcionalitats al nostre aïllament com la recollida d'aigua, l'aïllament acústic i el filtratge de l'aigua de pluja.

### 1.3.2 La gestió energètica del Bioclimatisme

Enric Aulí Mellado afirma en el seu llibre "*Sostenibilidad en centros sanitarios*"<sup>11</sup> que els edificis són els causants aproximadament del 40% de les emissions de diòxid de carboni al nostre planeta alhora que també són els consumidors directes d'aproximadament el 40% de l'energia. Podem extreure'n d'aquí que són un dels principals causants de l'efecte hivernacle i del canvi

---

<sup>11</sup> Mellado, E. A. (2010). *Sostenibilidad en centros sanitarios*. Barcelona: Ed. Plataforma.

climàtic i per tant l'arquitectura haurà de saber gestionar aquest factors per tal de millorar-ne l'eficiència.

### Aprofitament de l'energia solar i la llum natural

L'energia del sol pot arribar a ser suficient per a cobrir totes les necessitats dels edificis: S'empra per a generar energia calorífica, elèctrica, per il·luminar naturalment i regular la temperatura i el confort entre d'altres. La capacitat de regular la incidència del sol sobre la pell de l'edifici es un dels fonaments del bioclimatisme.

Hem d'entendre la llum com un element amb una acció bioreguladora. Amb les intensitats i tons de les primeres hores del dia l'organisme s'activa per l'acció, en canvi amb els tons rogencs del crepuscle conviden al descans i la relaxació. Quan l'organisme percep la falta de llum, comença el cicle de secreció de la melatonina que està associat a la regeneració de l'organisme.

La llum solar natural, a més de l'espectre corresponent a la llum visible, té un espectre d'ones electromagnètiques molt més abundant que s'ha de tenir en compte alhora de construir edificis. Es d'especial importància la llum ultraviolada que aporta una petita part d'energia calorífica que ajuda a la desinfecció de l'edifici però per contra també provoca el deteriorament i envelliment dels materials.

La radiació infraroja es una altra de les radiacions electromagnètiques que ens arriben amb la llum solar. No la podem detectar amb la vista però es la radiació amb més poder calorífic. Depenent de la situació, serà necessari deixar passar major o menor radiació infraroja per tal de mantenir un confort climàtic al menor cost energètic possible.

Per tal d'aprofitar el màxim la llum natural s'utilitzen dissenys constructius amb abundants obertures al exterior, patis interiors d'il·luminació amb habitacions i despatxos oberts a ells. Per tal d'evitar el sobreescalfament de la envoltant de l'edifici s'utilitzen ràfecs horitzontals en les orientacions sud, i elements que actuïn de para-sols verticals en les orientacions oest, elements que projecten l'ombra a les parets.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> ETSAB. (1981). Monografia 5.15: *Medios naturales de control ambiental. Ubicación, topología y elementos constructivos.*

En algunes ocasions es necessari captar tota la energia solar possible que arriba a l'edifici. Una de les tècniques més emprades es la de exposar a la llum solar parets i terres interiors que estan fets de materials capaços d'absorbir grans quantitats de calor. Aquests materials van alliberant energia després del crepuscle atemperant així la temperatura interior de l'edifici.

### Ventilació natural o forçada

La ventilació natural es un element bàsic per a un edifici saludable, un bon disseny bioclimàtic produirà de forma espontània una ventilació natural creuada. D'aquesta manera renovarem l'aire viciat del interior de l'edifici i a més evitarem les perilloses humitats.

L'arquitectura actual tendeix a construir estructures molt tacades i aïllades tèrmicament que renoven l'aire de manera automàtica mitjançant sistemes de recirculació que actuen en funció dels valors de CO<sub>2</sub> interiors.

La ventilació creuada natural aprofita les diferències tèrmiques entre la paret nord més fresca i la sud més càlida. En alguns casos també s'empra l'existència de vents dominants quasi constants com per exemple a les illes de l'arxipèlag canari.

Un efecte similar es el que es produeix utilitzant el gradient tèrmic de l'aire calent acumulat en l'interior, que ascendeix al llarg de l'edifici provocant un efecte de succió a totes les plantes de manera que s'extreu per obertures superiors (efecte xemeneia). Cada cop es més freqüents tractar aquest aire de renovació amb mecanismes de desinfecció ultraviolada per tal d'assegurar-no que aquest és saludable.<sup>13</sup>

### Aplicació d'energies renovables als sistemes bioclimàtics

Les energies renovables aprofiten les diferents energies existents a la naturalesa per transformar-les i fer-les útils per a les finalitats de les societats humanes.

---

<sup>13</sup>ETSAB. (1981). Monografia 5.14: Análisis del ambiente.

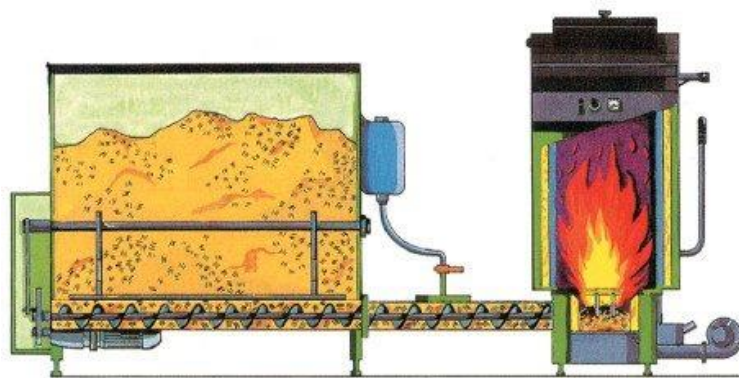


Una de les formes d'aprofitament de les energies renovables es basa en la seva incorporació als edificis per tal de generar l'energia necessària per suplir la seva demanda. Possiblement aquesta es la línia que es desenvoluparà més en un futur pròxim en la construcció.

### *Calderes de biomassa*

Utilitza restes de fusta i materials vegetals convenientment condicionats que es cremen per aconseguir energia calorífica per a escalfar l'aigua. S'acostumen a utilitzar "pèl·lets" i estelles de fusta triturada i premsada. Per garantir el seu bon funcionament aquestes calderes precisen d'un sistema d'alimentació continua del combustible. A la figura 1.4 podem veure'n el seu funcionament.

Des d'un punt de vista ecològic es considera que les calderes de biomassa tenen emissió zero de diòxid de carboni. Provenen de fonts de fusta i el diòxid de carboni que prové de la seva combustió es aproximadament el mateix que s'emetrà en la descomposició orgànica del bosc (alguns autors discrepen aquest últim punt.).



**Figura 1.4:** Esquema d'una caldera de biomassa

**Font:** Erenovables (2010)

### *Energia solar tèrmica*

Capta el calor del sol per escalfar l'aigua que es utilitzada com aigua calenta sanitària (ACS) o com a suport per a la calefacció. Normalment s'utilitzen plaques solars que són cada cop més eficients.

Es tracta dels primers sistemes d'energia solar que es van utilitzar i hem de ser especialment curosos amb el seu disseny, instal·lació i manteniment, ja que molts d'ells funcionen defectuosament.

Aquests sistemes es poden emprar complementàriament amb superfícies radiant. Es fan servir terres, sostres i parets com a elements de transmissió de la calor de manera que el popi edifici assoleix la temperatura de confort com es veuen la Figura 1.5. S'escalfa aigua a una temperatura de 15-17 °C i es reparteix per l'evolvent aconseguint millor eficiència que els radiadors convencionals.



**Figura 1.5:** Esquema d'un terra radiant

**Font:** Soltermal (2007)

### *Energia solar fotovoltaica*

Es basa en transformar l'energia del sol en electricitat que es emprada en el propi edifici o emesa a la xarxa general. En edificacions bioclimàtiques té interès l'ús en el propi edifici. Per tant, serà precís adequar la instal·lació i compensar els problemes de les hores sense sol amb sistemes de bateries i connexions a la xarxa.

A vegades no cal usar les plaques més eficients elèctricament, ja que algunes amb menor eficiència es poden emprar com una segona pell de l'edifici com es mostra en la Figura 1.6. A més de generar electricitat podran actuar com una pantalla per tal de protegir-lo del sol i crear ombres per evitar el sobreescalfament, també es habitual que s'usin com a reflectors de la llum.



**Figura 1.6:** Sistema de plaques  
Fotovoltaïques

**Font:** Baroni (2008)

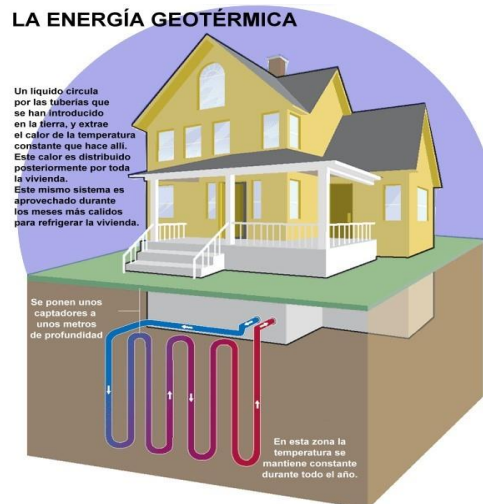
### *Energia geotèrmica*

Es basa en aprofitar el diferencial de temperatura del terreny amb el de l'aire ambient. En els primers 10m de profunditat, la temperatura del terreny queda influenciada per l'escalfament solar i varia al llarg de l'any. A major profunditat, la temperatura es aproximadament constant durant tot l'any depenent del terreny, per tant la podem utilitzar tant per calefacció a l'hivern com per refrigeració l'estiu.

Podríem diferenciar entre dos tipus d'instal·lacions geotèrmiques. Els primes són els que utilitzen una gran superfície però són poc profundes (fins a 1,5 metres). Aquest sistema instal·la un gran complex de canonades a una profunditat i l'aigua queda temperada a la temperatura del sol. El segon tipus de geotèrmia és vertical i arriba a profunditats de 50 metres, requereix menys superfície de terreny i és més estable que l'anterior.

Una variant de la geotèrmia cada cop més utilitzada és la d'aprofitar una infraestructura de formigó pròxima a l'emplaçament que es vol climatitzar instal·lant-hi un sistema d'intercanvi de calor. La massa de formigó estarà contactada al sòl que li transmetrà l'energia i al mateix temps que absorbeix la radiació solar.

El fluid que transporta generalment l'energia del subsòl a l'edifici es generalment l'aigua, tot i que en ocasions s'utilitza l'aire. A la Figura 1.7 mostrem un esquema amb el seu funcionament:



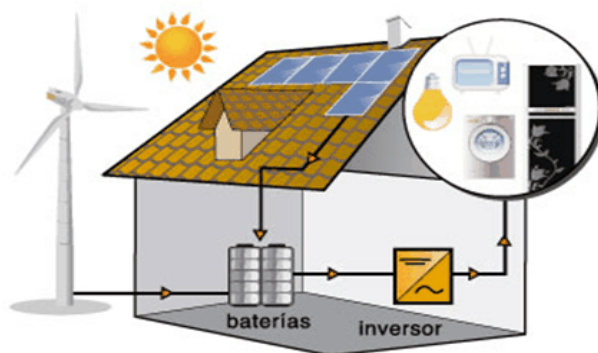
**Figura 1.7:** Esquema de energia geotèrmica en un habitatge

**Font:** Twenergy (2014)

### *Energia eòlica*

Actualment els sistemes de generació d'energia eòlica consisteixen en grans complexos d'aerogeneradors tant en terra ferma com al llit marí.

De cara a la generació d'energia al propi habitatge hem de dir que són encara poc utilitzats tot i que es comencen a generar instal·lacions de baixa i mitja potencia per habitatges unifamiliars. La seva principal limitació es que són només útils en emplaçaments on el vents són freqüents, independentment de la seva velocitat. Aquest elements aniran acompanyats de bateries d'acumulació elèctrica ja que generaran electricitat només quan bufi el vent. Mostrem a la figura 1.7 el seu funcionament:



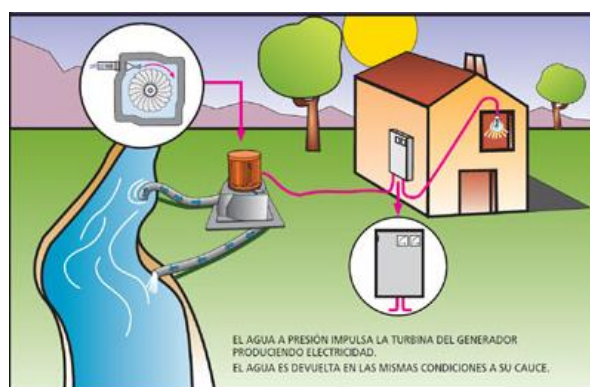
**Figura 1.7:** Esquema d'un sistema eòlic

**Font:** AdrFormacion

### *Energia hidroelèctrica*

L'energia hidroelèctrica es aquella que utilitza l'energia mecànica de l'aigua per convertir-la en elèctrica per mitjà de molinets i turbines. Aquests tipus de sistemes estem acostumats a veure'ls en grans centrals o preses de gran escala i superfície però els podem emprar a petita escala mitjançant el que s'anomenen mini o micro centrals hidroelèctriques com es mostra en la Figura 1.8.

Cal dir que no es una mesura, així com l'eòlica, aprofitable en tota mena de situacions, ja que requereix d'un salt d'aigua o un curs fluvial als voltants de l'edifici. Es útil per tant en edificis aïllats desconnectats de la xarxa i en ambients rural.



**Figura 1.8:** Esquema de l'energia hidroelèctrica aplicada a un edifici

**Font:** Twenergy (2014)

## Eines per la minimització del consum d'aigua

En els edificis es consumeix una gran quantitat d'aigua. L'Aigua es un recurs escàs que es precis tractar abans de la seva utilització i depurar abans de ser retornada al medi.

Es dediquen grans esforços per minimitzar el consum d'aigua als edificis, alguns d'aquests van encaminats a la conscienciació i educació ambiental dels ocupants. Altres es realitzen sobre l'edifici, dissenyant-lo de tal manera que el consum d'aigua sigui el mínim possible, buscant reduir al màxim la quantitat, el volum i la toxicitat de les aigües residuals emeses al sistema.

## Instal·lacions de potabilització als edificis

L'aigua que es subministra als nostres edificis es captada a partir de diferents procedències (rius, llacs, aigües subterrànies, aigües marines...) d'on es transporta a plantes de tractament per habilitar-la al consum. Ara bé, en edificis aïllats, desconnectats de la xarxa de subministrament d'aigua pública, es precis instal·lar sistemes de potabilització autònoms. Repassarem algunes de les tècniques més usals

### *Osmosi inversa*

Es el sistema que confereix una millor qualitat d'aigua per al consum. Es basa en sotmetre l'aigua del subministrament a una gran pressió fent-la passar a través d'una membrana semipermeable i selectiva que reté les partícules i inclús els virus.

Aquestes aigües tractades degut a la seva puresa tenen un component àcid que pot descompondré el sistema d'aigües i malmetre la nostra salut. Per tant es mescla amb aigua no osmotitzada per obtenir una qualitat d'aigua menys agressiva

### *Filtres domèstics*

Es situen a la sortida de les aixetes i milloren la seva qualitat organolèptica. La majoria es basen en sistemes de carbó actiu i sals potàssiques amb la capacitat de retenir metalls. Aquests filtres necessiten una continuada revisió ja que poden ser focus de contaminació bacteriana.

### *Radiació ultraviolada*

Sabem la radiació ultraviolada que emet el sol ajuda a desinfectar l'edifici<sup>14</sup>, i es seguint aquesta premissa que si l'emprem sobre l'aigua actuarà com a desinfectant, actuarà sobre el ADN dels gèrmens destruint-los. Presenta l'inconvenient de que no confereix poder desinfectant residual a l'aigua tractada, com per exemple la cloració, i per tant una contaminació posterior a la desinfecció tindria uns efectes nefastos sobre la nostra salut.

La radiació ultraviolada es el sistema generalment emprat per a desinfectar les aigües grises abans de la seva reutilització en sanitaris.

### *Instruments domèstics de consum reduït*

S'intenta minimitzar el cabal d'aigua en aixetes, dutxes, sanitaris, urinaris i electrodomèstics sempre sense disminuir el confort de l'usuari. Són tradicionals els mètodes que funcionen amb filtres d'aeració tot i que s'estan llençant al mercat utilitats més innovadors com sensors de presència, urinaris secs i electrodomèstics amb mètodes d'optimització d'aigua més respectuosos amb el medi ambient.

---

<sup>14</sup> Mellado, E. A. (2010). Sostenibilidad en centros sanitarios. . Barcelona: Plataforma.

### La reutilització d'aigües grises

Les aigües grises són les provinents de les dutxes i rentamans. Son recollides en un sistema separatiu diferent que e de les aigües negres i de consum. En el moment del disseny de l'edifici son mètodes fàcils d'aplicar i no representen un cost excessiu.

El procés de tractament consisteix en una filtració seguida d'un tractament biològic aeròbic, un sedimentador i una radiació ultraviolada per la seva desinfecció final.

### L'aprofitament de les aigües pluvials

Una vegada captada l'aigua de pluja mitjançant tancs de dimensions estudiades pot ser usada, després d'un lleuger tractament, pel reg de zones verdes, sanitaris, dipòsits anti-incendis etc. Es important mantenir aquesta aigua en tancs subterranis protegits de la llum d'animals i microorganismes per tal que no s degradi ni malmeti.



## 1.4 Experiències d'arquitectura bioclimàtica en entorns d'alta muntanya

El model d'autosuficiència energètica en entorns d'alta muntanya és un terreny encara a explorar en el nostre estat, tot i així, degut al paradigma energètic i demogràfic del món que ens envolta, recentment s'està progressant molt en aquest terreny. Als Pirineus en trobem alguns exemples d'aquest tipus d'edificació.

### 1.4.1 Casa Solar, Andorra<sup>15</sup>

Casa Solar és una construcció feta per l'empresa d'arquitectura sostenible Enginesa. Amb un aprofitament d'energia solar passiu per maximitzar la quantitat d'energia absorbida i un sistema actiu per tal de reduir les pèrdues d'energia cap al exterior, es tracta d'un exemple amb característiques similars a MónNatura Pirineus.

L'habitatge està ubicat a Andorra a uns 1.260 metres d'alçada sobre el nivell del mar i aconsegueix incrementar la quantitat de calor absorbida fins un 87% gràcies al seu disseny de sistemes de captació solar.



**Figura 1.9:** Fotografia de Casasolar

**Font:**Enginesa

---

<sup>15</sup> Llovera, J. (s.f.). *Proyecto de construcción sostenible: La Casa Solar Inteligente*

Aquest sistema de captació solar està contínuament monitoritzat i permet prioritzar cadascun dels sistemes segons les els horaris de funcionament especificats pels usuaris de la casa. Es subdivideixen els sistemes de captació solar tèrmic en un sistema actiu i un sistema passiu:

El sistema passiu es basa en adequar el disseny arquitectònic de la casa al seu balanç tèrmic: gruix i tipus d'aïllament tèrmic de murs i teulada, situació i orientació de la casa, mida de les finestres, inèrcia tèrmica dels materials de construcció emprats, etc...

El sistema actiu consisteix a captar i acumular l'energia solar en un espai tancat amb gran inèrcia tèrmica, que la travessa a l'interior de la casa en el moment que es necessita. L'energia es capta mitjançant un col·lector d'aire, que és una superfície de vidre col·locada davant d'una paret exterior destinada a acumular calor. Per tat d'afavorir l'acció solar, la paret està orientada al sud i pintada de negre. El sistema té unes obertures, a dalt i a baix, per on circularà un cabal d'aire impulsat per uns ventiladors.

A banda del sistema de calefacció de l'edifici, aquest disposa d'un sistema d'acumulació de l'aigua de la pluja de tot un any, estimat en uns 35.000 litres corresponents a un any amb pluviometria estàndard i que queden recollits a un dipòsit amb aquest mateix volum ubicat al soterrani de la casa. Aquesta aigua s'utilitza per les aplicacions que no requereixen aigua potables, com el rec del jardí i les cisternes dels WC dels banys.

### 1.4.2 Mur Trombe, Alta Cerdanya<sup>16</sup>

Es tracta d'un sistema de climatització natural de tipus indirecte, que es situa a nivell de façana. Va ser inventat pel Sr. Fèlix Trombe l'any 1962 i es tractaria d'un cas particular de mur hivernacle.

Els components principals del sistema són un element opac de gruix considerable<sup>17</sup> (d'entre 30 i 40 cm), pintat de color fosc per la part exterior i un tancament de vidre situat al seu davant. A més, com a complement als components principals, s'afegeixen unes perforacions a la part superior i inferior del mur, per comunicar la cambra d'aire entre vidre i mur, amb l'ambient interior.

---

<sup>16</sup> Institut tecnològic de Lleida. Solucions constructives. *Mur trombe*

El principi de funcionament del sistema és la grà gran inèrcia tèrmica que té la paret que forma el conjunt i que se separa de l'exterior mitjançant un vidre i una cambra d'aire. Aquesta massa retarda unes 12 hores la màxima aportació d'energia tèrmica a l'interior.



L'energia radiant que, després de travessar el vidre, s'absorbeix i acumula en forma de calor en l'element opac, es cedeix a l'ambient interior en forma de radiació d'ona llarga i per convecció superficial. També es produeixen pèrdues cap a l'exterior, però l'efecte hivernacle que produeix el vidre exterior les minimitza.

Per tal de permetre la màxima captació, el sistema ha d'estar orientat al Sud ( $\pm 15^\circ$ ), en edificis situats a l'hemisferi nord; i al Nord ( $\pm 15^\circ$ ) en edificis situats a l'hemisferi sud.

**Figura 1.10:** Imatge del mur Trombe a Cal Llata, Montellà

**Font:** NVR Arquitects

Cal preveure la neteja interior dels vidres del tancament exterior, doncs s'embruten amb la circulació d'aire i això provoca una baixada en el rendiment del mur. A més, també s'aconsella situar una protecció solar per tal d'evitar el sobreescalfament a l'estiu.

### 1.4.3 Casa Bunyesc, Lleida

Aquesta construcció<sup>17</sup> no es pot ubicar com a un entorn de muntanya però s'ha cregut oportú fer-hi una síntesi de les característiques arquitectòniques de la mateixa per el seu alt nivell en eficiència energètica i trobar-s'hi a més a la mateixa província.

---

<sup>17</sup> Josep Bunyesc. Casa pasiva Bunyesc

L'obra s'ha realitzat amb elements prefabricats de fusta que són units en un curt espai de temps. Aquests elements són autoportants i tenen una estructura interior de pilars separats entre sí uns 65 cm. En aquesta estructura interior s'introdueix llana d'ovella a granel. A més, s'afegeix a aquesta estructura una capa aïllant exterior formada per una placa de fibres de fusta compacta de 22 mm per minimitzar l'escapament tèrmic que pugui tindre aquest entramat i al mateix temps atorgar-li transpirabilitat per una correcta evacuació a l'exterior de la humitat i evitar qualsevol condensació dins l'estructura de fusta. Per garantir l'estanquitat de l'estructura es disposen unes bandes elàstiques i es segellen les juntes amb cinta adhesiva flexo resistent.

La coberta està formada per els mateixos elements però de 28 cm de gruix i amb un acabat exterior de xapa ventilada lleugerament inclinada.

Aquest sistema constructiu basat en l'ús de la fusta i llana d'ovella com aïllament, materials d'origen orgànic i renovables en la seva totalitat, permeten que sigui una construcció molt sostenible, amb una energia per fabricar els materials molt baixa. El procés de preparació de la llana a nivell d'emissions de CO<sub>2</sub> és 10 cops inferior a un poliestirè. De fet, el balanç de tot l'edifici és neutre, ja que la fusta emmagatzema proporcionalment la mateixa quantitat de CO<sub>2</sub> que el que s'ha generat per obtenir els materials constructius i la seva posada a l'obra.

El sistema de captació tèrmic per energia solar directa conjuntament amb un sistema de ventilació amb un recuperador de calor amb un rendiment del 70% i l'aïllament tèrmic permeten un consum mitjà anual de l'edifici d'uns 10KWh/m<sup>2</sup>, amb una conseqüent despesa anual en calefacció d'uns 200€. Per l'estiu, la façana i coberta ventilada juntament amb el considerable gruix de l'aïllant de fibra de fusta permeten minimitzar la convecció tèrmica per la façana.



**Figura 1.11:** Fotografia de la Casa Bunyesc

**Font:** Josep Bunyesc, Arquitecte

#### 1.4.4 CREAS (Centro de Recursos de Educación Ambiental para la Sostenibilidad), Pozuelo de Alarcón<sup>18</sup>

Aquest és un cas d'estudi interessant degut a que és una infraestructura amb diverses semblances a MónNatura Pirineus. Per una banda es tracta d'un centre d'educació ambiental i per l'altre respon a les mesures sobre eficiència energètica en edificis més avançades i actuals.

Els sistemes que s'han tingut en compte en la construcció del CREAS són l'entorn bioclimàtic, l'efecte hivernacle, el terra radiant i el sistema d'aire forçat.

En el sistema bioclimàtic s'ha estudiat la inclinació del Sol en cada estació amb l'orientació de l'edifici i la forma i creixement dels arbres caducifolis que envolten el centre, de forma que a l'estiu, quan la radiació solar és més elevada, la major cobertura dels arbres fa que actuïn com una persiana natural. Per una altra banda, la mateixa altura i inclinació del Sol queda compensada per la forma de l'edifici en forma de ràfec.

A l'hivern, al contrari, la menor altura i inclinació del Sol juntament amb la carència de les fulles dels arbres possibilita una major aportació de radiació solar tèrmica a l'interior de l'edifici.

En l'edifici, es troben quatre mòduls amb diferents tipologies basades en l'efecte hivernacle: locals on existeix una sola làmina de vidre, estàncies amb cristalleres constituïdes per dobles capes de vidre separades per espais prou amples i locals amb un mur Trombe, tècnica explicada anteriorment. En cadascun d'aquests mòduls es pot acumular i distribuir l'energia captada d'una forma determinada.

En cas que la captació directa de radiació solar, l'efecte hivernacle i la ventilació forçada no siguin suficients per aportar l'energia tèrmica necessària per aconseguir un confort a l'interior de l'edifici, hi ha un sistema de calefacció per terra radiant que s'alimenta a partir generador d'energia tèrmica que per és proveït d'una caldera de biomassa juntament amb una aportació complementària amb panells termosolars.

El darrer sistema d'arquitectura bioclimàtica de l'edifici és la climatització per aire forçat. Aquest sistema es basa fonamentalment en el transport d'aire temperat cap a àrees fredes a l'hivern i d'aire fred i humit cap a àrees seques i amb temperatures elevades a l'estiu. Quan a l'estiu es produeixen períodes de màxima temperatura durant els mesos de juliol i agost a les hores

---

<sup>18</sup> Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón. CREAS: Un nuevo espacio ambiental

centrals del dia, i no són suficients els sistemes descrits anteriorment per mantenir el confort tèrmic interior, es força la conducció d'aire a través de conductes que prenen l'aire de la façana nord, zona que es troba ombrejada i en un entorn vegetal, i recorren uns 15 m per una càmera sanitària fins arribar als mòduls requerits on es descarrega l'aire a través de reixes disposades al sostre.

Durant l'hivern, es disposa d'uns ventiladors que transfereixen l'aire càlid de la zona dels hivernacles cap els espais interiors adjacents de l'edifici a un nivell proper al sòl.



**Figura 1.12:** Centro de Recursos de Educación Ambiental para la Sostenibilidad

**Font:**CREAS



## 1.5 Marc normatiu

A continuació, s'enumeren les diferents normatives que fan referència als tipus d'energia renovable que utilitza MónNatura Pirineus, així com legislació referent a l'edificació sostenible. Tot això a escala comunitària (Unió Europea), estatal i autonòmica.

### 1.5.1 Normativa referent a l'aprofitament de biomassa

L'energia procedent de la biomassa, per la seva aplicació en usos tèrmics i elèctrics, és la que millors perspectives de creixement té en el Pla de Foment de les Energies Renovables (PER). Això fa necessari que s'estableixin normatives, a escala comunitària, nacional i autonòmica, per regular-ne l'ús i aprofitament.

#### Normativa europea

El mercat dels biocombustibles manté una clara línia de progressió en la seva producció i consum al conjunt de la Unió Europea. Com a dada destacada, des de l'any 2000 la producció d'energia primària amb biomassa s'ha incrementat en una mitjana anual del 3,8%, passant del 52,5% al 82,3% l'any 2012. Això ha fet necessari l'establiment d'una normativa comunitària per tal que el mercat de la biomassa segueixi creixent amb garanties ambientals i de seguretat a Europa:

- Directiva 92/42/CEE del Consell, de 21 de maig de 1992, relativa als requisits de rendiment per les calderes noves d'aigua calenta alimentades amb combustibles líquids o gasosos.
- Directiva 2004/8/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 11 de febrer de 2004, relativa al foment de la cogeneració sobre la base de la demanda de calor útil en el mercat interior de l'energia i per la qual es modifica la Directiva 92/42/CEE.

- Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 25 d'Octubre de 2012, relativa a la eficiència energètica i per la qual es modifica la Directiva 2004/8/CE

## Normativa estatal

En el conjunt de la Unió Europea, Espanya es manté en sisena posició en la producció d'energia primària amb biomassa sòlida i vuitena en consum.

L'estat Espanyol disposa de la seva pròpia normativa sobre els biocombustibles:

- Reial Decret 2366/1994, de 9 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions hidràuliques, de cogeneració i altres abastides per recursos o fonts d'energia renovables. Delimita les instal·lacions que poden acollir-se al règim especial, crea un Registre General d'instal·lacions de producció en règim especial, sense perjudici dels propis de les comunitats autònomes, i regula el règim econòmic aplicable.
- Llei 40/1994, de 30 de desembre, d'ordenació del sistema elèctric nacional.
- Reial Decret 2818/1998 de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions abastades per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.
- Ordre PRE/472/2004 de 24 de febrer, amb la que es crea la Comissió Interministerial per l'aprofitament energètic de la biomassa.

## Normativa autonòmica

En el cas de Catalunya, la normativa vigent en matèria de biomassa és la següent:

- Llei 7/99, del Centre de la Propietat Forestal.
- Ordre de 18 de gener de 1995, de declaració d'arbres monumentals i d'actualització de l'inventari dels arbres declarats d'interès local i comarcal.
- Decret 357/1989, pel qual s'estableix el funcionament del fons forestal de Catalunya.
- Decret 378/1986 d'establiment de plans de prevenció d'incendis en els espais naturals de protecció especial.



## 1.5.2 Normativa referent a la instal·lació d'energia solar fotovoltaica

La utilització d'aquesta energia ha crescut considerablement els últims anys. Gràcies a això s'ha convertit en la tercera font d'energia renovable més important en termes de capacitat instal·lada a nivell global.

Els programes d'incentius econòmics i els sistemes d'autoconsum fotovoltaic, han ajudat la implantació de l'energia fotovoltaica en molts països.

### Normativa estatal

Espanya va ser l'any 2008 un dels països de la Unió Europea amb més potència fotovoltaica instal·lada del món. Malauradament, posteriors modificacions en la legislació d'aquest sector van alentir la construcció de noves plantes fotovoltaiques i el 2010, aquesta energia només representava un 2% de la generació d'electricitat al conjunt de l'estat.

La legislació que s'ha establert en aquest sector de l'energia és la següent:

- Decret 352/2001 de 18 de desembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica. Aquest, regula la producció d'energia elèctrica en règim especial, preveient un règim d'incentius per a les energies renovables a fi i efecte que la seva aportació a la demanda energètica d'Espanya sigui com a mínim del 12% a l'any 2010, d'acord amb el Pla d'Energies Renovables 2005-2010.
- Reial Decret 1663/2000, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaiques a la xarxa de baixa tensió.
- Reial Decret 2818/1998 de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions abastades per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.
- Reial decret 2366/1994, de 9 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions hidràuliques, de cogeneració i altres abastides per recursos o fonts d'energia renovables. Delimita les instal·lacions que poden acollir-se al règim especial, crea un Registre General d'instal·lacions de producció en règim

especial, sense perjudici dels propis de les comunitats autònomes, i regula el règim econòmic aplicable.

- Resolució de 31 de maig de 2001 de la Direcció General de Política Energètica i Mines, on s'estableix el model de contracte tipus i el model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaïques.
- Llei 40/1994, de 30 de desembre, d'ordenació del sistema elèctric nacional.

### Normativa autonòmica

A Catalunya la normativa referent a la instal·lació d'energia solar fotovoltaica és la següent:

- Decret 308/1996, de 2 de setembre, pel qual s'estableix el procediment administratiu per a l'autorització de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Article 9.16 de l'Estatut d'autonomia, determina que la Generalitat té competència exclusiva en instal·lacions de producció, distribució i transport d'energia, sempre que el transport no surti del seu territori i el seu aprofitament no afecti una altra província o comunitat autònoma.

D'aquesta manera, les normes que estableix el present Decret 308/1996 són d'aplicació a les instal·lacions de producció d'energia elèctrica mitjançant energia solar fotovoltaica, interconnectades amb la xarxa elèctrica, que s'executin dins l'àmbit territorial de Catalunya i que no afectin a una altra comunitat autònoma.

### 1.5.3 Normativa referent a l'energia solar tèrmica

A continuació s'enumeren les normatives més importants sobre aquesta energia que, si bé no és tant utilitzada com la fotovoltaica, és molt més eficient que aquesta.

### Normativa europea

A nivell europeu, la normativa més important relativa a l'energia solar tèrmica és:

- Directiva 2002/91/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 16 de desembre de 2002, relativa a la eficiència energètica dels edificis.
- Directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 19 de maig de 2010, relativa a la eficiència energètica dels edificis.

## Normativa estatal

L'energia solar tèrmica a l'estat espanyol està en gran part regulada pel RITE (Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis), el qual estableix les condicions que han de complir les instal·lacions destinades a cobrir la demanda de benestar tèrmic i higiene a través de les diferents instal·lacions, per tal d'aconseguir un ús racional de l'energia.

- Real Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions tèrmiques en els edificis.
- Real Decret 1826/2009, de 27 de novembre, pel qual es modifica el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis, regulant les temperatures interiors d'alguns edificis, així com la obligació de mostrar-les.
- Real Decret 238/2013 de 5 d'abril, el qual concreta majors exigències, entre d'altres, la utilització d'energies renovables disponibles, en especial l'energia solar i la biomassa.

## Normativa autonòmica

A Catalunya el document que regula aquest tipus d'energia és el següent:

- Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

### 1.5.4 Normativa referent a l'energia hidroelèctrica

L'energia hidroelèctrica subministra, avui dia, el 19% de l'electricitat mundial, i representa més del 63% del total de l'electricitat de fonts renovables.

#### Normativa estatal

- Reial Decret 916/1985 de maig, per el que s'estableix un procediment abreujat de tramitació de concessions y autoritzacions administratives per la instal·lació, ampliació o adaptació de aprofitaments hidroelèctrics amb potència nominal no superior a 5.000 KVA.
- Reial Decret 249/1988, del 18 de març, per el que es modifiquen els articles 2, 9 i 14 del Reial Decret 916/1985, de 25 de maig, que establia un procediment abreujat de tramitació de concessions y d'autoritzacions administratives per la instal·lació, ampliació o adaptació de aprofitaments hidroelèctrics amb potencia nominal no superior a 5000 KVA
- Reial Decret 413/2014, del 6 de juny, pel qual se regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.

### 1.5.5 Normativa referent a l'eficiència energètica en l'edificació

Convé esmentar la normativa referent a l'eficiència energètica en l'edificació, ja que aquest projecte es centra sobretot en aquest àmbit.

## Normativa europea

- Directiva 2002/91/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 16 de desembre de 2002, relativa a l'eficiència energètica dels edificis.
- Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, del 25 d'octubre de 2012, relativa a l'eficiència energètica.

## Normativa estatal

- Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel que s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació. Dins d'aquest Codi Tècnic de l'edificació trobem el Document Bàsic d'Estalvi d'Energia (DBHE) on s'exposa la normativa actual d'aplicació als projectes d'edificació per calcular l'aïllament tèrmic.
- Reial Decret 235/2013, de 5 d'abril, pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis.

## Normativa autonòmica

- El Reial Decret 47/2007, de 19 de gener, mitjançant el qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció.
- Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència als edificis.

## 1.6 Marc socioambiental de les valls d'Àneu

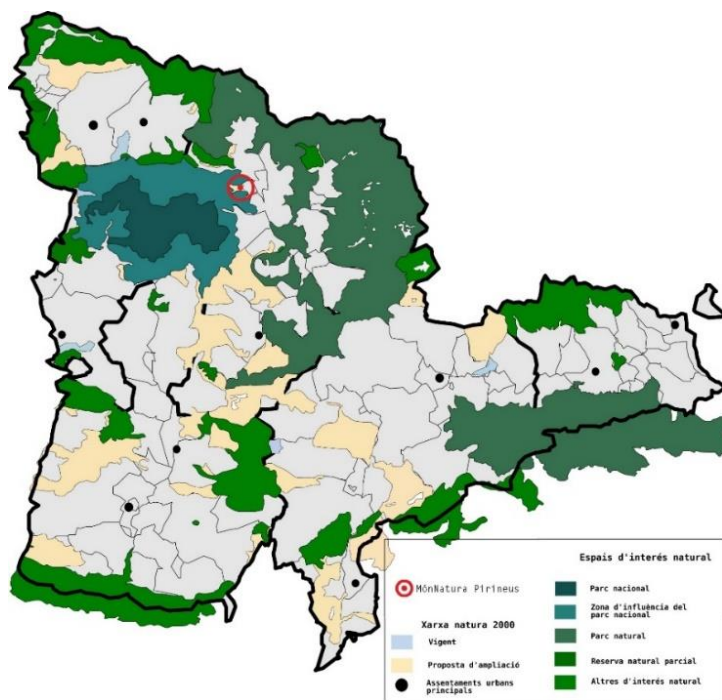
En aquest apartat tractarem d'analitzar quina és la situació socioambiental de les valls d'Àneu i també de la comarca dels Pallars Sobirà des d'un punt de vista social, físic i biòtic: Com és la fauna i flora de Planes de Son, quin és el paradigma del model econòmic de la zona o quina és la situació demogràfica actual.

### 1.6.1 Entorn natural

MónNatura Pirineus està ubicat a uns pocs quilòmetres del poble de Son, el qual podem visitar fent una passejada de mitja hora de camí. Aquesta vila, té una fesomia similar a altres petits nuclis de la zona, caracteritzada per ésser lleugerament esglaonada. Està situada a 1.393 m sobre el nivell del mar i actualment habiten en ella 25 habitants.

El poble de Son és un dels vuit nuclis de població que avui conformen el municipi de l'Alt Àneu, fruit de la fusió, a finals dels anys 60, dels antics ajuntaments d'Isil, Son, Sorpe i València d'Àneu, amb els seus respectius agregats. Aquests petits nuclis es distribueixen al llarg de les valls formades per la Noguera Pallaresa i el riu de la Bonaigua, ocupant una superfície de 193,79 km<sup>2</sup>, a la part més septentrional del Pallars Sobirà.

El municipi és inseparable de la història de les valls d'Àneu, a les que pertany, un territori caracteritzat per una rica tradició mil·lenària i un patrimoni natural i cultural d'interès remarcable, a tocar del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, un dels dotze parcs nacionals de l'Estat espanyol i l'únic a Catalunya. Aquest parc és el principal atractiu turístic del territori i un dels motors de l'economia local, i presenta tots els elements característics de l'alta muntanya.



**Figura 1.13:** Espais d'interès natural i Xarxa natura 2000

Font: ICC

Comprenen una bona part de la comarca del Pallars Sobirà trobem també el Parc Natural de l'Alt Pirineu, el més extens de Catalunya i on s'aixequen les muntanyes amb més alçada de tot el territori català

## Climatologia

La climatologia és variable segons l'estació, el que fa que l'entorn ofereixi una àmplia varietat de paisatges que inclou prats, conreus, boscos de pins i avets, penya-segats, estanys i rierols.

Durant els mesos centrals de l'estiu les temperatures mitges diàries es troben entre els 13°C i els 18°C i l'amplitud tèrmica és de l'ordre d'uns 15°C, que poden arribar als 5°C a principis de juliol i finals d'agost.

Durant els mesos d'hivern les temperatures mitges s'aproximen als 0°C i l'amplitud tèrmica, a l'igual que a l'estiu, és d'uns 15°C, amb màximes diàries entre 5°C i 10°C i mínimes properes als -10°C.

Durant la primavera i la tardor s'enregistren unes temperatures mitges entre 8°C i 10°C i l'amplitud tèrmica s'incrementa respecte a l'estiu i l'hivern fins els 17°C-18°C, assolint temperatures màximes diàries de 17°C i mínimes de 0°C durant la primavera i de -5°C durant la tardor.

Com a conclusió podem dir que el clima es caracteritza per unes temperatures fresques a l'estiu i fredes a l'hivern, amb una amplitud tèrmica entre el dia i la nit molt important, més accentuada a la primavera i la tardor.

## Geologia i Hidrografia

Les Planes de Son es situa de ple en l'anomenada zona axial de l'Alt Pirineu, la qual s'identifica a grans trets per esdevenir el nucli de la serralada pirinenca i on s'enregistren les màximes altituds de tot aquest gran sistema muntanyós. Hi afloren els materials paleozoics més antics, que formen part de l'antiga serralada herciniana, que durant l'era Secundària va ser erosionada quasi completament.

La zona de l'Alt Pirineu està distribuïda en tres estructures principals: dom de la Pallaresa, dom de l'Orri i el sinclinal de Llavorsí. Aquestes unitats estan delimitades per grans zones granítiques al nord, est i oest, que corresponen respectivament als massissos del Bassiers, Andorra, Maladeta i Marimánha, i per la cobertora alpina al sud.<sup>19</sup>

Pel que fa als materials, l'Alt Pirineu mostra majoritàriament roques d'edat paleozoica, representades en forma de pissarres, gresos, argiles, i granits. A la zona més meridional però, trobem roques més modernes, corresponents al final del Paleozoic i principis del Mesozoic com són conglomerats, gresos i argiles d'un vermell intens característic, guixos versicolors generalment de tons clars i també, roques subvolcàniques com les ofites, de color verdós fosc i d'aspecte de pell de serp.

Les glaciacions dels darrers 1,6 milions d'anys han estat un fet clau que ha determinat en bona part la morfologia actual de la zona axial del Pirineu. Les glaceres han estat les encarregades de modelar les valls, crear morfologies de circ glaciari, dipòsits de morrenes, terrasses fluvials, etc. El retrocés del gel va començar fa uns 10.000 anys i aquest ha tingut també efectes molt evidents en el paisatge de la zona farcit de torrents i rius que han fet una tasca d'erosió fins a arribar al paisatge que podem observar actualment.

El modelat de les aigües subterrànies és el responsable de la formació de cavitats càrstiques,

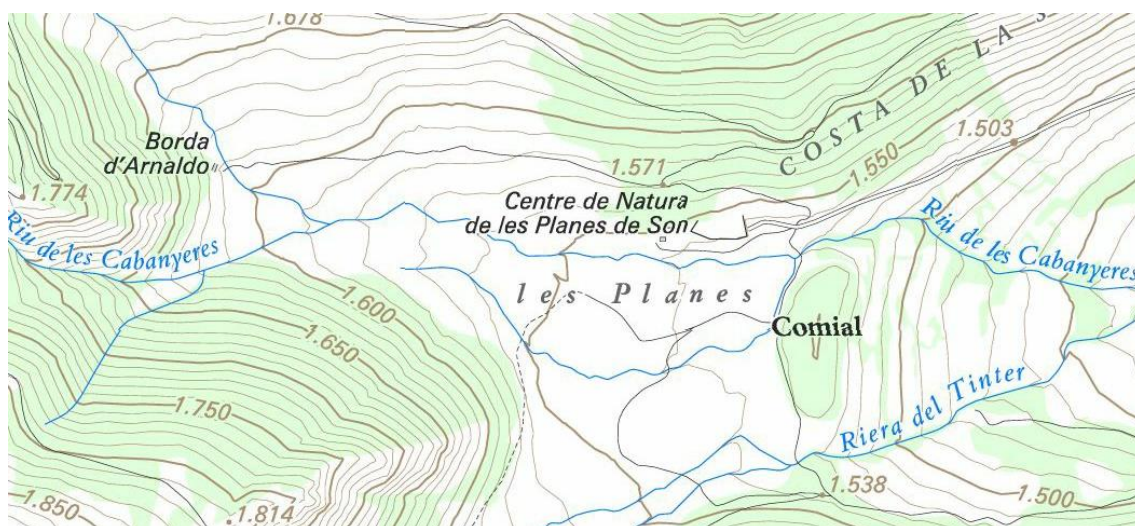
---

<sup>19</sup> Article *Parc Natural de l'Alt Pirineu*. Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge



com l'avenc Cigalera de l'Obaga de Valeran (municipi d'Alt Àneu), un dels més profunds de Catalunya.

Molt a prop del MónNatura Pirineus es localitzen el riu de les Cabanyeres i la riera del Tinter, ambdós rius de dimensions reduïdes, amb un màxim de 4 m d'amplada i una fondària mitjana inferior als 20 cm (Casals *et al.*, 2010).



**Figura 1.13:** Mapa físic de la zona del centre  
**Font:** ICC

## Flora i fauna a les valls d'Àneu<sup>20</sup>

És destacable el notable desnivell altitudinal (1762 m) que presenta la vall de Son: des dels 938 m sobre el nivell del mar de la part inferior de la plana d'Esterri fins als 2700 m sobre el nivell del mar del cim de lo Tèsol. Això fa que s'hi trobin representats tant els paisatges de muntanya mitjana com els d'alta muntanya.

Per la seva proximitat amb els dos parcs, en aquestes valls s'hi observen espècies pròpies tant del Parc Natural de l'Alt Pirineu com del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, tot i que moltes són comunes en els dos parcs naturals.

<sup>20</sup> *Mapa-guia de les Valls d'Àneu*. Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge

## Vegetació

La major part del territori és cobert per vegetació de caràcter eurosiberià o boreoalpí. Dividim el tipus de vegetació segons l'altitud a la qual es troba:

- Per sota dels 1.500 m: a les parts més baixes s'hi troben extensos alzinars de carrasca, indicador de la influència mediterrània. A les valls baixes, fins a uns 1.500 m, s'hi troben majoritàriament boscos caducifolis amb roure martinenc "*Quercus humilis*", freixe "*Fraxinus excelsior*", faig "*Fagus sylvatica*" o avellaner "*Corylus avellana*". En aquestes zones hi trobem també prats de dall o de pastura, matollars dominats pel boix "*Buxus sempervirens*" o boscos secundaris de pi roig "*Pinus sylvestris*", degut a l'alteració antròpica.
- Entre 1.500 i 2.000 m: en altituds mitjanes predominen els boscos de pi roig i diversos tipus de prat (de dall o de pastura). Més amunt, entre els 1.500 m fins més amunt dels 2.000 m, s'hi troba el domini de les pinedes de pi negre "*Pinus uncinata*". A l'estrat arbustiu de les parts més obagues s'hi troben el neret "*Rhododendrum ferrugineum*" i el nabiu "*Vaccinium myrtillus*". La bruguerola "*Calluna vulgaris*" i el ginebró "*Juniperus communis*" són pròpies d'indrets més assolellats. Als vessants obacs o humits, per sota dels 2.000 m creixen importants boscos d'abet "*Abies alba*". La Mata de València és l'abetosa més important dels Pirineus.



**Figura 1.14:** Avetosa de València

**Font:** ecoturista.blogspot.com

- Per sobre dels 2.000 m: en els prats alpins, per sobre dels 2300 m, on ja no poden créixer els boscos, s'hi troben moltes espècies de la flora alpina, com la genciana alpina "*Gentiana alpina*".

La flora del territori Aproximadament un 8% de les espècies del Parc són endemismes pirenaics (espècies que només es troben en aquesta serralada). Predominen espècies del tipus eurosiberià, és a dir, les plantes pròpies de l'Europa central humida.

També s'hi troben molts hàbitats considerats d'interès comunitari a nivell europeu, alguns dels quals ocupen grans superfícies (pinedes de pi negre, matollars d'alta muntanya, gespets, carrascars,...).

La flora del territori és d'aproximadament 1.500 espècies. És molt destacable la presència a l'Alt Àneu d'un grup d'espècies d'alta muntanya de terrenys calcaris, molt rares en el conjunt de Catalunya. L'exemple més popular d'aquest grup d'espècies és la flor de neu (*Leontopodium alpinum*), la qual és protegida per llei i hi té bones poblacions.



**Figura 1.15:** Flor de Neu  
**Font:** [blogs.descobrir.cat](https://blogs.descobrir.cat)

## Fauna

Hi trobem una fauna molt interessant, però gens fàcil d'observar. Cal molta paciència i una mica de sort per poder observar a les espècies més emblemàtiques que hi viuen.

És molt important el nombre d'espècies d'aus que habiten a la zona. En destaquen el gall fer "*Tetrao urogallus*", la perdiu blanca "*Lagopus muta*" l'àliga daurada "*Aquila chrysaetos*", el voltor "*Gyps fulvus*" i el trençalòs "*Gypaetus barbatus*". Però també s'hi poden veure mallerengues, el picot negre "*Dryocopus martius*", la gralla de bec vermell "*Pyrrhocorax pyrrhocorax*", el pela-roques "*Tichodroma muraria*", la merla d'aigua "*Cinclus cinclus*", el mussol pirinenc "*Aegolius funereus*", la becada "*Scolopax rusticola*" i el raspinell pirinenc "*Certhia familiaris*", entre d'altres.



**Figura 1.16:** Trençalòs

**Font:** ccma.cat

Els mamífers més representatius són l'isard "*Rupicapra pyrenaica*", l'ermini "*Mustela erminea*", la marmota alpina "*Marmota marmota*" (encara que no n'és autòctona), la daina "*Dama dama*", el cabirol "*Capreolus capreolus*", el mufló "*Ovis musimon*" i, fins i tot, el mític ós bru "*Ursus arctos*", que es pot trobar per les valls més septentrionals.

Entre els amfibis hi trobem la granota roja "*Rana temporaria*" que és molt abundant. També trobem l'escurçó "*Vipera aspis*", la sargantana pallaresa "*Iberolacerta aurelio*" i, més rarament el tritó pirinenc "*Euproctus asper*".

Dins de l'extensa xarxa de rius de la zona hi trobem poblacions considerables de truita comú "*Salmo trutta fario*" i d'alguns vertebrats semiaquàtics com l'almesquera "*Galemys pyrenaicus*", la llúdriga "*Lutrinae*" i la rata d'aigua "*Arvicola sapidus*".

## 1.6.2 Entorn social

A continuació es farà una explicació del sector econòmic dels Pallars Sobirà juntament amb la seva demografia i l'estat actual de les vies de comunicació.

### Nou paradigma econòmic<sup>21</sup>

Durant molts segles la circulació de diners ha estat molt lligada a la ramaderia, on d'una banda, responia a unes necessitats d'autoconsum i, de l'altra, estava íntimament lligada al conreu de l'herba per a la cria de bestiar. Al mateix temps, els rendiments agraris depenien en bona mesura del bestiar i els fems d'aquests que fertilitzaven les terres. Així, en algunes èpoques de crisi ramadera un dels béns més preuats dels ramats era la capacitat de femar les terres de conreu. Hi ha hagut doncs, una gran complementarietat entre ramaderia i agricultura, no exempta de conflictes i limitacions imposades sovint per la ramaderia a l'agricultura.

A partir dels anys cinquanta, comença un període que es caracteritzarà pel trencament de molts dels esquemes econòmics que regien la vida fins aquell moment. Com a resultat del procés de despoblament que afecta aquestes valls durant tot aquest període, es consuma l'abandonament de les terres de conreu més llunyanes i sense possibilitat de ser mecanitzades.

Aquesta davallada progressiva de la pagesia i la ramaderia conviu amb la penetració i consolidació de nous sectors econòmics, com són l'aprofitament de l'energia hidroelèctrica des del començament del segle XX especialment a la Vall Fosca i a l'Alta Ribagorça i la implantació progressiva del turisme sobretot a partir dels anys seixanta.

Quant a la producció hidroelèctrica, actualment s'ha viscut una davallada considerable dels actius a la indústria degut als processos d'automatització productiva. L'economia de la zona presenta doncs una forta dependència cap al turisme alpi, que alterna turisme blanc a l'hivern amb turisme verd a l'estiu.

Aquest impuls del sector turístic no sols ha comportat un augment notable de les activitats lligades a l'hostaleria, sinó que ha potenciat la implantació de segones residències, amb el

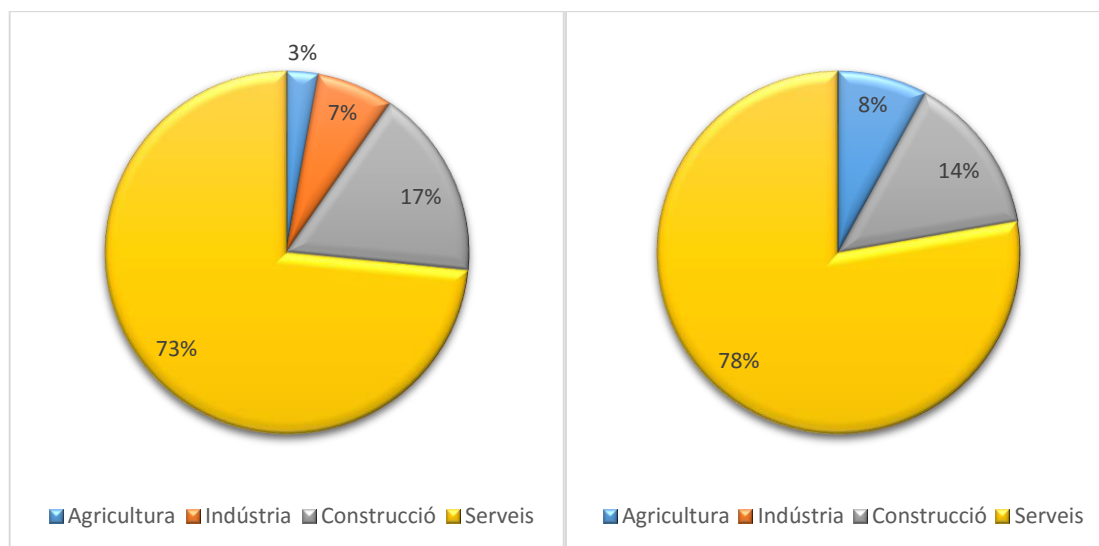
---

<sup>21</sup> Joan Vilagrasa Ibarz. L'Alt Pirineu i Aran, entre l'eficiència econòmica i la sostenibilitat



conseqüent procés de modernització i d'inversió acompanyades d'un increment notable de l'activitat per l'indústria constructora.

**Figura 1.17:** Activitats per sectors al Pallars Subirà i a l'Alt Àneu



Font: IDESCAT

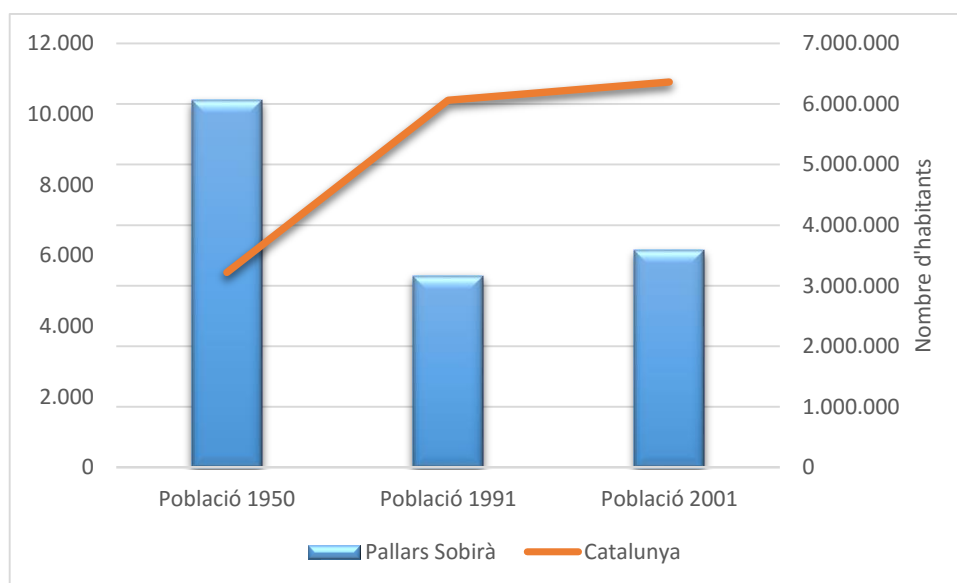
També cal destacar la transformació experimentada pel Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici i el Parc Nacional de l'Alt Pirineu, que han esdevingut un recurs turístic de primer ordre al Pallars Sobirà i a l'Alta Ribagorça.

## Població

La distribució de la població a l'Alt Pirineu és molt desigual: els 12 municipis que sobrepassen els 1.000 habitants representen, gairebé, el 70% de la població.

L'Alt Pirineu tingué el seu màxim de població els decennis centrals del segle XIX, quan, en conjunt, superava els 100.000 habitants. Des d'aleshores ha anat disminuint en població, tot i algunes excepcions en el temps i en alguns municipis. Per primera vegada després de molt temps, els anys noranta del segle XX s'ha incrementat lleugerament la població.

**Figura 1.18** Variació de la població al Pallars Sobirà



**Font:** IDESCAT

Aquest creixement és molt minso si s'atenen les xifres absolutes (4.685 habitants) tot i que suposa un creixement relatiu elevat, gairebé tres punts per sobre de la mitjana catalana. Els increments, però, no són iguals a tot el territori: els més elevats es donen als municipis amb més empenta turística, mentre que hi ha encara pèrdues acusades de població en molts altres municipis.

A aquest poblament cal afegir, però, un element que gravita sobre molts dels aspectes de l'activitat econòmica i de les infraestructures i serveis. Es tracta de l'existència d'una notable població no resident i que utilitza el territori. S'ha avaluat que a les comarques pirinenques la població estacional es duplica els dies no laborables i la població mitjana anual suposa un multiplicador d'1,6 respecte l'empadronada. Més enllà de la xifra, la població estacional representa aglomeracions en moments molt concrets, i es poden donar, en períodes determinats, concentracions molt superiors, amb el que això pot comportar d'accés als serveis i utilització comuna d'infraestructures.

## Patrimoni cultural i arqueològic<sup>22</sup>

L'actual població de València disposa de l'església parroquial de Sant Andreu, un edifici originàriament romànic que avui mostra un aspecte barroc, del qual destaca l'enlairat campanar (segle XVIII), de planta octagonal i una característica coberta piramidal.

A mig quilòmetre del poble d'Isil, entre la carretera i el Noguera Pallaresa, es troba l'església de Sant Joan d'Isil, del segle XII. Aquest temple es considera un monument de transició del romànic al gòtic primitiu, i podria haver estat bastit damunt les restes d'un antic monestir benedictí.

L'emblemàtic conjunt monumental de Son inclou el comunidor-torre del rellotge i l'església romànica de Sant Just i Sant Pastor. Esmentada per primer cop el 1076, destaca per l'espectacular campanar de planta quadrada i tres pisos d'alçada. L'interior acull un fabulós retaule gòtic del segle XV, junt amb les interessants piques de l'aigua beneita, dels olis i baptismal.



**Figura 1.21** Església de Sant Just i Sant Pastor

**Font:** <http://www.daunis-vendrell.es/visitas20102f/justpastorson.html>

També és remarcable l'església de Sant Llorenç d'Isavarre, de transició entre el romànic i el gòtic primitiu. La seva situació elevada ofereix les millors vistes del poble i una bona panoràmica de la vall. Disposa d'un massís campanar de planta quadrada, amb una singular cobertura piramidal

---

<sup>22</sup> Guia de municipis: Alt Àneu. Web Catalunya.com



de llosa. Les pintures murals romàniques de l'absis (segles XII-XIII) es troben conservades en part al Museu Diocesà de la Seu d'Urgell i en part al museu de Toledo.

### Accessibilitat<sup>23</sup>

De forma general, cal destacar que el problema més important de l'accessibilitat per carretera no és la distància en quilòmetres ni el temps que es tarda, que sempre fóra millorable. Són, en canvi, la seguretat en les vies que voregen embassaments i en les travessies de poblacions, i la coincidència de fluxos de viatgers amb caravanes de tràilers que trenquen el ritme d'un vehicle convencional. Aquests camions utilitzen per travessar el Pirineu la N-230, eix del Ribagorçana-Garona. El turisme utilitza els eixos de quatre grans valls: Segre, Noguera Pallaresa, Noguera Ribagorçana i Garona.

El servei públic de transport és un mecanisme que no millora gaire la mobilitat interna. Avui per avui només és funcional per a la mobilitat dels escolars i batxillers, i en el cas d'empreses com els ressorts d'esquí. Qualsevol sistema de transport públic es trobarà amb el problema que per captar demanda requereix una massa crítica mínima de població. Així, a la regió, les principals línies estan poc freqüentades i hi ha poca densitat de serveis. D'altra banda, els temps de trajecte són elevats.

La xarxa del ferrocarril es redueix a dues línies d'ample ibèric, Lleida-La Pobla de Segur i Barcelona-Ripoll-Puigcerdà. Ambdues tenen greus problemes de funcionalitat a causa de la disposició horària dels serveis i el temps de duració del viatge. L'eficiència de la xarxa actual no difereix gaire de l'existent mig segle abans.

L'estratègia a curt termini és aconseguir la revitalització de les línies existents. Hi ha pressupostades millores en la xarxa, com afegir una millor connexió intermodal en ambdues estacions terminals, coordinant les línies d'autobusos i taxis existents, i cal exigir el seu compliment, considerant la necessitat de conversió futura a ample europeu com un fet des d'ara.

---

<sup>23</sup> Joan Vilagrasa Ibarz. L'Alt Pirineu i Aran, entre l'eficiència econòmica i la sostenibilitat

## 1.7 MónNatura Pirineus

MónNatura Pirineus es un equipament de la Fundació Catalunya-La Pedrera inaugurat l'any 2002 que es troba ubicat a les valls d'Àneu al Pallars Subirà. El campus ofereix estades i activitats adreçades a públic de diferent índole seguint un objectiu molt clar: sensibilitzar a la societat vers el desenvolupament sostenible i la conservació de la natura i el paisatge; aquesta fita s'aconsegueix mitjançant activitats d'educació ambiental.

Alguns dels objectius que promou l'educació ambiental són:

- Difondre valors de respecte per a totes les formes de vida, contribuir a la convivència i participació ciutadanes per aconseguir una gestió racional dels recursos amb previsió cap al futur.
- Impulsar la recerca, amb èmfasi en la identificació i avaluació de problemes actuals, per tal de propiciar la construcció de models econòmics i socials ambientalment sostenibles
- Contribuir al canvi cultural desenvolupant nous models educatius propis, d'acord amb les necessitats socioambientals, regionals i locals
- Orientar la comprensió de la dimensió ambiental des d'una perspectiva holística i complexa

L'edifici es divideix en dues àrees: l'àrea d'activitats, espais que serveixen de suport de les diferents activitats que es poden realitzar durant les estades; i l'àrea residencial i de serveis.

Els serveis que ofereix el campus són:

- Allotjament: el centre disposa de 94 places d'allotjament, distribuïdes en 22 habitacions de 4 llits i 2 habitacions de 3 places condicionades per a persones amb mobilitat reduïda. Totes les habitacions estan dotades amb un espai de treball i un bany propi. S'hi pot accedir amb ascensor.
- Restauració: l'edifici disposa d'un servei de restauració (bar i restaurant amb menjador).
- Laboratori: serveix per realitzar-hi activitats de recerca i tallers, tant per famílies com per centres docents.

- Planetari: disposa d'una pantalla de projecció en forma de cúpula i un projector planetari que projecta les imatges astronòmiques.
- Auditori: té capacitat per 165 persones. Es fa servir per fer-hi presentacions, xerrades i conferències.
- Biblioteca: equipada amb un servei de Wi-fi, aquesta biblioteca està especialitzada en temàtica ambiental, amb llibres relacionats amb la natura i l'entorn natural de la zona.
- Ludoteca i espai de jocs: destinat als nens, disposa de jocs i altres materials per l'oci d'aquests.
- Aula d'informàtica: la sala està dotada amb terminals amb connexió d'Internet i està equipada amb diversos ordinadors.

A més de l'edifici, el centre disposa d'un centre de fauna destinat a: la divulgació i el coneixement, mitjançant activitats d'educació ambiental; la recerca, establint línies de recerca amb universitats; la reintroducció d'espècies emblemàtiques.

Un altre servei que ofereix MónNatura Pirineus és l'observatori astronòmic, destinat a usos pedagògics per als visitants. També es cedeix a estudiants universitaris, comunitats educatives i associacions astronòmiques professionals.

# CAPÍTOL II:

# JUSTIFICACIÓ

A mesura que ha anat passant el temps, les activitats humanes han tingut cada cop repercussions més fortes sobre el medi ambient. Una d'aquestes conseqüències de l'activitat antròpica que últimament està a l'ordre del dia dins l'àmbit internacional és el canvi climàtic. Aquest efecte suposa un problema a escala global de gran magnitud, fins al punt que la gran majoria de països desenvolupats han iniciat tota una sèrie de programes i estratègies per tal de mitigar aquest problema.

El canvi climàtic sorgeix fonamentalment del model energètic de les societats desenvolupades. Aquest model energètic sempre ha evolucionat necessàriament de forma conjunta amb la societat, la qual cada cop té més requeriments i necessita més recursos. A més, el consum energètic és el motor de l'economia dels països.

Així, la nostra societat ha basat des de fa un temps la seva economia en els combustibles fòssils, la crema dels quals és la principal causant del problema per l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera derivada de la combustió dels mateixos. A més, l'increment de la població i de la conseqüent demanda energètica ha provocat l'esgotament d'una gran part d'aquests recursos, dificultant cada cop més la seva extracció.

Les evidències de l'existència del canvi climàtic, així com del seu agreujament constant, es manifesten contínuament amb els nivells de concentració de diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) a l'atmosfera, que és el principal causant d'aquest efecte d'hivernacle. També s'evidencia una tendència en l'increment de la temperatura global de planeta, la qual pot tenir conseqüències irreversibles i provocar condicions al planeta que no pot predir la comunitat científica. L'esgotament progressiu dels recursos hídrics és també evident i està directament relacionat amb aquest canvi climàtic a escala global.

Per sort, durant les últimes dècades s'ha produït un increment de la conscienciació global en aquest aspecte. S'han pres mesures legislatives encaminades a millorar l'eficiència energètica i a promoure l'ús de les energies renovables. Així, per exemple, es va crear el Conveni Marc de Nacions Unides pel Canvi Climàtic (CMNUCC) i es va aprovar el famós Protocol de Kyoto, encaminat a la reducció de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera.

El futur del model energètic global passa necessàriament per les energies renovables i l'eficiència energètica. A diferència dels combustibles fòssils, les fonts d'energia renovable no provoquen emissions a l'atmosfera i tenen un impacte ambiental molt menor.

És per tot això que s'ha proposat el repte d'encaminar el centre MónNatura Pirineus cap a l'autosuficiència energètica, millorant per una part la seva eficiència energètica i per l'altra

implantant sistemes de generació energètica a partir de fonts renovables . La situació i les característiques de l'emplaçament el fan un centre idoni per implantar mesures d'autosuficiència energètica. A més, el treball que fa la fundació en educació ambiental ajuda de forma considerable a que aquestes mesures es puguin dur a terme de forma efectiva.

D'aquesta manera, s'espera que aquest projecte pugui servir al centre d'adequació ambiental MónNatura Pirineus per veure la seva situació actual pel que fa als seus fluxos energètics, hídrics i físics, i per tal que pugui valorar les alternatives que existeixen encarades a millorar-ne l'autosuficiència.

# CAPÍTOL III:

# OBJECTIUS

## 3.1 Objectius Generals

1. Caracteritzar els fluxos energètics, hídrics i físics de MónNatura Pirineus.
2. Calcular la petjada de CO<sub>2</sub> de MónNatura Pirineus.
3. Estudiar la implantació de mesures per afavorir l'estalvi energètic i hídic.

## 3.2 Objectius Específics

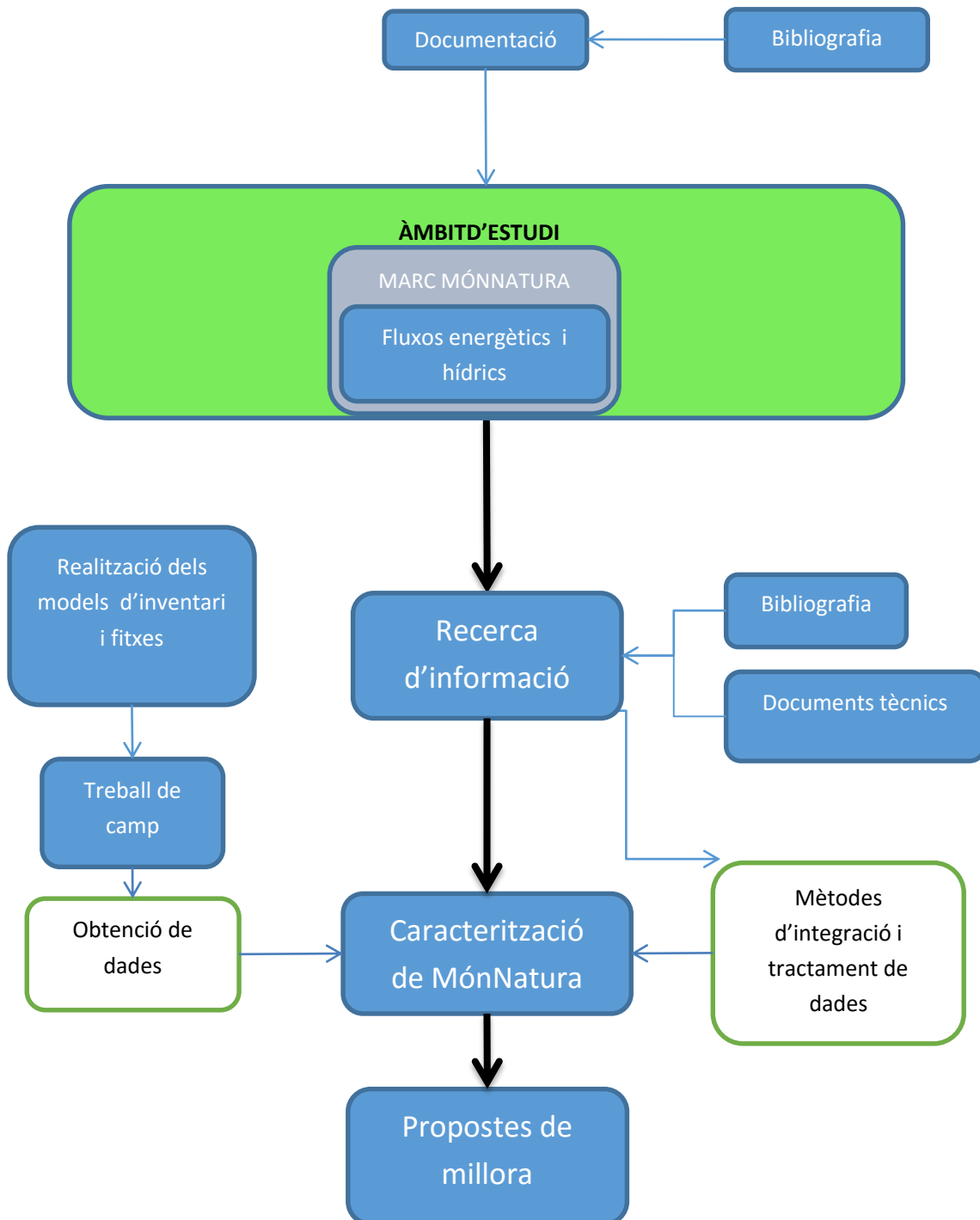
- 1.1 Realitzar un inventari d'equips del campus i estudiar els consums totals, per visitant i per superfície.
- 1.2 Realitzar un estudi de fluxos energètics indirectes: Transport.
- 1.3 Comparar els resultats obtinguts amb altres centres de referència en estalvi energètic.
- 2.1 Calcular la petjada de CO<sub>2</sub> equivalent per usuari, superfície i total del campus.
- 2.2 Calcular la petjada de CO<sub>2</sub> equivalent derivada del transport.
- 3.1 Fer propostes d'optimització de l'eficiència energètica de l'edifici.
- 3.2 Estudiar la instal·lació de sistemes d'energia renovable: sistemes fotovoltaics, microhidràulica, energia eòlica, caldera de biomassa i aprofitament aigües pluvials.
- 3.3 Estudiar la implantació d'un servei d'autocars BCN-Planes de Son per tal de disminuir la petjada de CO<sub>2</sub> del centre.



# CAPÍTOL IV:

# METODOLOGIA

Aquí s'explicarà la mètodes que duren a terme durant el projecte. Mitjançant la Figura 4.1 en sintetitzarem el procés i més endavant n'explicarem els punts clau:



**Figura 4.1:** Organigrama del Projecte

**Font:** Elaboració Pròpia

## 4.1 Recerca d'informació i dades

L'objectiu principal d'aquest primer bloc és obtenir i plasmar la informació necessària per tal de poder mes endavant definir i caracteritzar el sistema i subsistemes d'estudi. La informació ha sigut extreta d'articles científics, llibres, monografies i webs d'internet que s'especifiquen a l'apartat bibliografia.

El següent pas inclou la selecció de dades de consum generals que són proporcionats per les persones de contacte del centre. Es tracta d'informació de consum d'aigua, gas, propà, biomassa i electricitat històriques des de fa 4 anys.

S'han demanat també dades sobre el nombre de visitants, de la seva procedència i el tipus de vehicle que han fet servir (cotxe/autocar) per tal de comptabilitzar també el consum extern al centre.

Al treball de camp, es van inventariar els equips energètics i hídrics dels dos subsistemes principals: l'edifici principal i l'observatori astronòmic.

## 4.2 Fitxes

Per tal de dur a terme les fitxes vam dividir el campus en diferents grups d'espais per tal de facilitar l'auditoria. Vam separar l'edifici en dos blocs: el Bloc 1 corresponent a l'ala est de l'edifici i el Bloc 2 corresponent a l'ala oest i l'observatori astronòmic. I dins d'aquests vam diferenciar els diferents espais i habitacions que s'expliquen a la Taula 4.1:

**Taula 4.1:** Resum per Espais i Blocs del centre MónNatura

BLOC 1	Espais inclosos	BLOC 2	Espais inclosos
Habitacions	12 Habitacions	Habitacions	10 Habitacions
Habitacions Mob. Red.	1 Habitació	Habitacions Mob. Red.	1 Habitació
Espais Comuns	Passadís 1ª planta	Espais Comuns	Hall 1ª planta
	Passadís P.B.		Hall P.B
	Hall 1ª planta		Passadís Auditori
	Hall 2ª planta		Passadís Planetari
	Recepció		Passadís 1ª planta
Sala de Jocs			Passadís P.B
Bar		Auditori	Auditori
Cuina	Cuina		Sala de control
	3 Cambres Frigorífiques	Ludoteca	
	Magatzem	Biblioteca	
Sanitaris Comuns	Nois P.B.	Planetari	
	Noies P.B.	Laboratori	
	Vestidor Cuina	Sala informàtica	
	Lavabo Cuina	Educació ambiental	Lavabo
Magatzem	Bodega P.B		Sala Farmaciola
	Magatzem 1ª planta		Oficina
			Sala informàtic
			Magatzem
		Observatori	

**Font:** Elaboració Pròpia

Per tal de confeccionar les fitxes de cada sala per a fer l'auditoria, vam preveure els aparells que ens trobaríem a cada espai i els vam separar segons el tipus de consum per tal d'agilitzar i automatitzar la feina. Apuntàvem dades de cabal o potència de cada aparell i les hores potencials d'ús en el cas que les coneguéssim. Un exemple es el de la sala d'informàtica de la Taula 4.2 que s'adjunta a continuació:

**Taula 4.2:** Fitxa de la Sala d'Informàtica

	Sala d'informàtica		
	Tipus d'equipaments	Potència (W)/Cabal (l/s)	Hores potencials/dia
<b>Equipaments relacionats amb el consum d'aigua</b>			
<b>Equipaments relacionats amb consum elèctric</b>	Halògen	25W	
	Halògen	50W	
	Halògen	60W	
	Fluorescent	8W	
	Fluorescent	14W	
	Fluorescent	17W	
	LED	3W	
	LED	8W	
	LED	12W	
	Pantalla ordinador		
	Torre ordinador		
	Telèfon		
	Ventilador		
	Projector		
	Ròuter		
	Mòdem		
	Impressora		
<b>Equipaments relacionats amb consum tèrmic</b>	Radiador		
<b>Altres</b>			

**Font:** Elaboració pròpia

## 4.3 Diagnosi

Un cop conegudes les dades i feta la recopilació d'inventari, es procedirà a fer una diagnosi exhaustiva de cada sistema i subsistemes, tenint en compte els consums energètics, hídrics i físics.

Per cada subsistema es farà un anàlisi del seu consum i demanda per part del centre. També es farà un càlcul de la petjada de carboni equivalent pels diferents consums. D'aquesta forma es podran normalitzar els valors i comparar-los amb d'altres valors estàndards per centres turístics de característiques similars. Aquests valors són els indicadors. A continuació, a la Taula 4.3, s'expressen les unitats dels indicadors que farem servir en la diagnosi:

Sistema		Indicador	Unitats
Energètic	Elèctric	Consum d'energia elèctrica	kWh/any kWh/pernoctant kWh/m²
		Petjada de CO₂	T CO₂ eq./kWh
	Tèrmic	Consum d'energia tèrmica: calefacció, ACS	Kg propà/any kWh/any kg propà o kWh/pernoctant
		Petjada de CO₂	T CO₂ eq./kg propà
Hídric		Consum d'aigua del centre	m³ aigua/any m³ aigua/pernoctant

**Taula 4.3:** Fitxa d'Indicadors  
70

	Petjada de CO <sub>2</sub>	T CO <sub>2</sub> eq./m <sup>3</sup> d'aigua
<b>Transport</b>	Consum energètic derivat del transport	L combustible/visitant kWh/visitant
	Petjada de CO <sub>2</sub>	T CO <sub>2</sub> eq./l combustible

**Font:** Elaboració pròpia

## 4.4 Conclusions

Un cop analitzats tots els fluxos per subsistemes en l'apartat de diagnosi, ja es podran treure conclusions i resultats sobre els aspectes més transcendents, els quals seran objecte de les propostes de millora. Així, si per exemple alguns consums energètics o hídrics són molt elevats o no són coherents, es faran plans d'acció per disminuir aquests consums.

En aquest apartat es farà bàsicament un recull d'aquests aspectes més notables i servirà com a pont d'enllaç entre la diagnosi i les propostes de millora.

## 4.5 Propostes de millora

En aquest últim apartat es traduiran els resultats de la diagnosi i les conclusions en un seguit de propostes encaminades a solucionar les mancances del centre. Aquestes propostes de millora serviran al centre MónNatura Pirineus com a plans reals d'acció per tal de millorar les seves condicions bioclimàtiques i ser més ambientalment sostenible,

Així, aquestes propostes de millora s'estructuraran en un seguit d'estratègies o línies generals, que al seu torn contindran un o més programes sobre temes específics. Per cada programa

s'inclouran els plans d'acció en forma de fitxa, amb totes les dades i la informació necessària per ser aplicables.

A continuació, a la taula 4.4, es mostra un model de fitxa pels plans d'acció:

Taula 4.4: Fitxa pels plans d'acció			
Aplicació	Prioritat	Termini	
Objectiu			
Justificació			
Descripció			
Accions	Acció	Unitats	Pressupost
Estalvi en el consum	Acció	Estalvi kWh/any	
Millora ambiental	Acció	Estalvi T CO <sub>2</sub> /any	
Avaluació econòmica	Estalvi econòmic anual del consum		
	Període amortització		

**Font:** Elaboració pròpia



# CAPÍTOL V:

# INVENTARI I

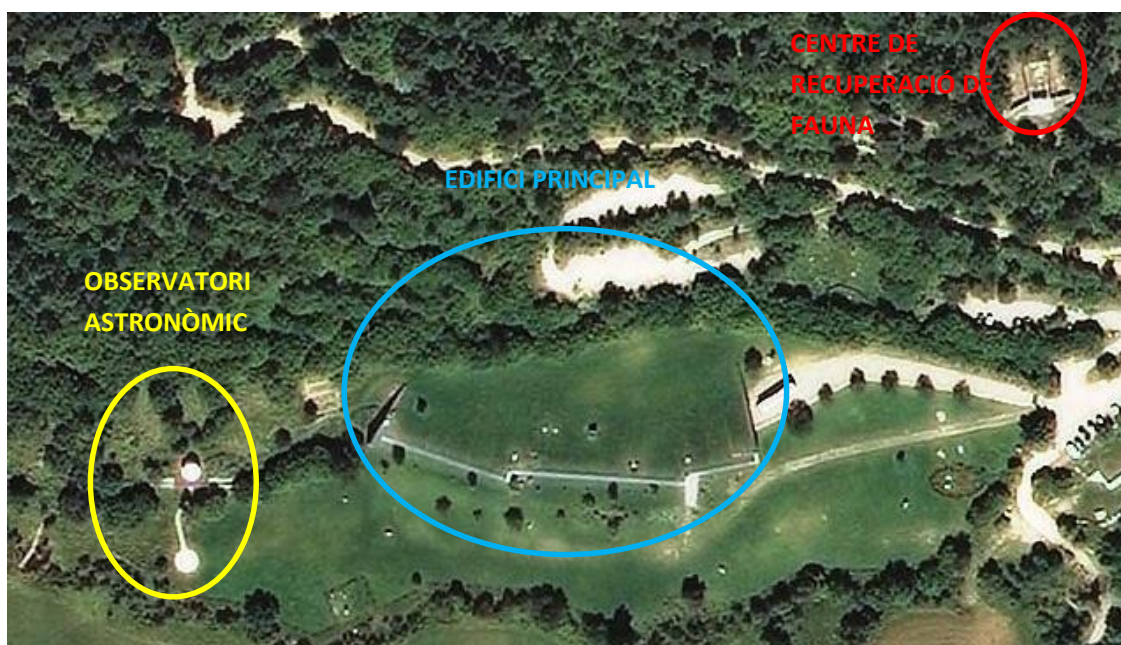
# DIAGNOSI

## 5.1 Descripció arquitectònica de l'edifici

Així doncs ens trobem en un edifici paradigmàtic que va ser construït fa més d'una dècada amb criteris d'eficiència energètica, aprofitament de sistemes passius i amb intenció de disminuir l'impacte visual.

El Campus MónNatura Pirineus es troba ubicat a una latitud de 42°37'N, i longitud de 1°05' E a una altitud de 1540 metres. Es troba situat a 1,5 quilòmetres del poble de Son deport del municipi de l'Alt Àneu. El complex està situat sobre la vessant nord de la vall amb un pendent de 15 graus.

El Campus està format per tres sistemes, l'observatori astronòmic, el centre de fauna i l'edifici principal:



**Figura 5.1:** Ortofotomapa del centre

**Font:** ICC i Elaboració Pròpia

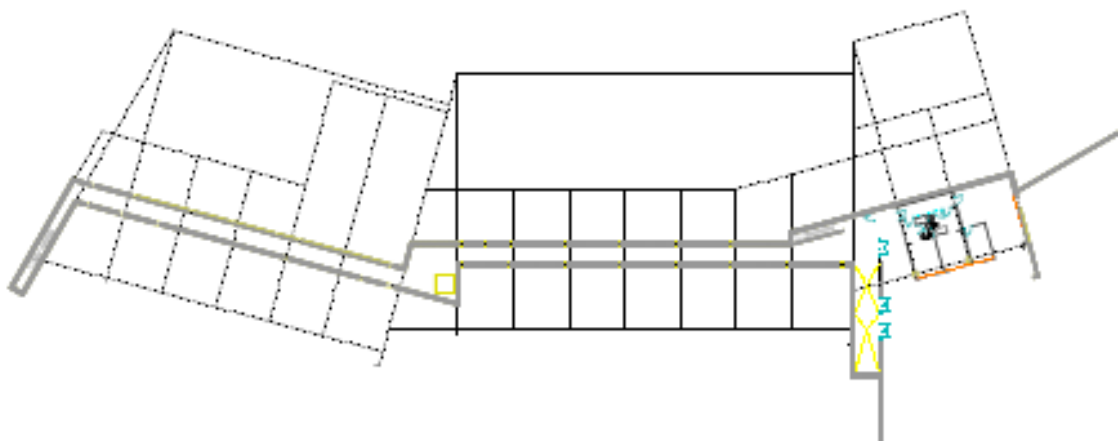
L'edifici principal de forma convexa està format per tres mòduls continus que es solapen i s'inclouen dins el pendent, d'aquesta manera es redueix l'impacte visual i paisatgístic de la vall. El material emprat per a l'evolvent és el granit.

La façana principal està orientada cap al sud est per tal d'aprofitar el màxim la il·luminació natural, es indicador d'aquest fet també el gran nombre de finestres i vidrieres col·locades. Trobem l'entrada principal a l'est.

L'edifici es desenvolupa en tres nivells: soterrani, planta baixa i planta primera . Al soterrani es la zona on s'hi ubiquen els dipòsits d'aigua, els sistemes de control de les instal·lacions i les habitacions dels treballadors del centre. A la planta baixa hi trobem els serveis; la recepció, el bar, el menjador, els laboratoris, la ludoteca, el planetari i l'auditori. A la planta primera hi trobem les habitacions dels visitants.

A continuació es presenten els plànols facilitats pel centre de l'arquitecte Francesc Rius i Camps (Figures 5.2, 5.3 i 5.4)

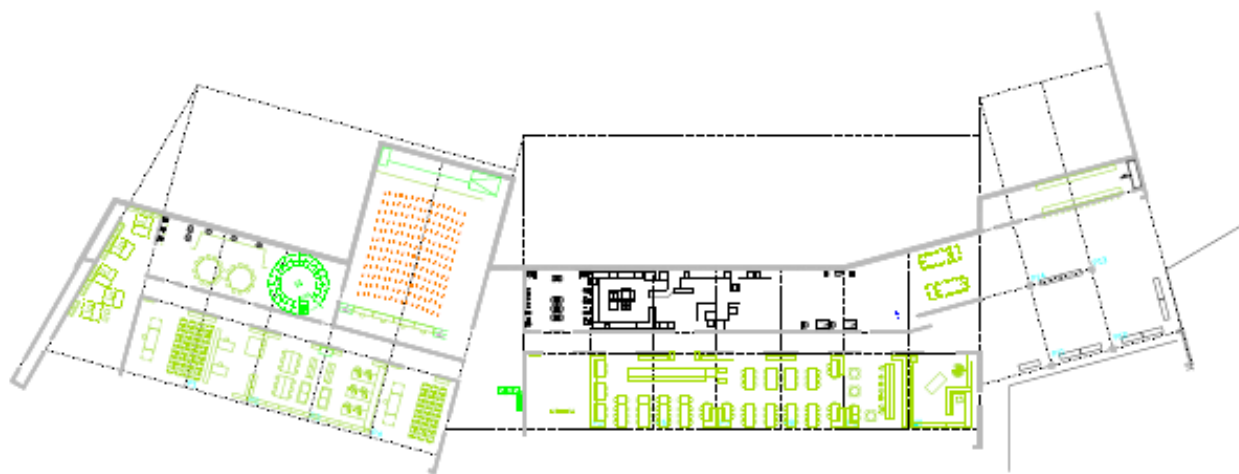
#### SOTERRANI:



**Figura 5.2:** Soterrani MónNatura

**Font:** Francesc Rius i Camps

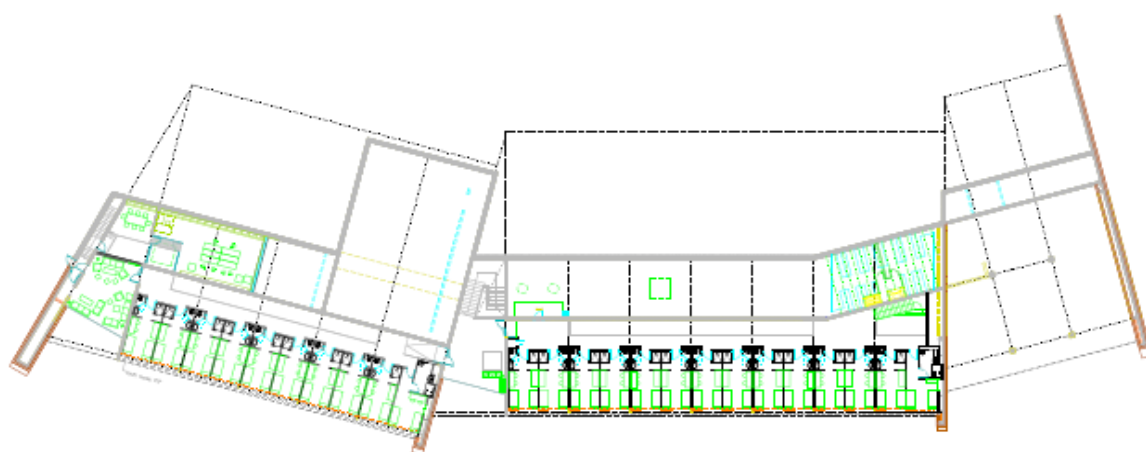
PLANTA BAIXA:



**Figura 5.3:** Planta baixa MónNatura

**Font:** Francesc Rius i Camps

PLANTA PRIMERA:



**Figura 5.4:** Planta primera MónNatura

**Font:** Francesc Rius i Camps

A la Taula 5.1 es mostren les superfícies referents a les sales i espais del centre que han estat extretes a partir dels plànols mostrats anteriorment:

**Taula 5.1:** Superfície ( m<sup>2</sup>) dels espais del centre

<u>ZONA</u>	<u>Superfície (m<sup>2</sup>)</u>
Sala d'informàtica	45
Ludoteca	45
Sala de jocs	45
Biblioteca	90
Auditori i sala de control	175
Espais comuns	240
Porxo i sales material	200
Recepció	40
Observatori	80
Planetari	18
Laboratori	15
Cuina i magatzem	160
Menjador	180
Bar	40
Bugaderia	8
Sanitaris comuns	45
Habitacions mob. reduïda	64
Habitacions estàndard	768
Oficina educació ambiental	40
Bodega	55
TOTAL	2353

**Font:** Elaboració pròpia

## 5.2 Perfil de funcionament de l'edifici

En aquest apartat caracteritzarem el centre per de conèixer les seves hores d'ús anual i la seva ocupació. També s'analitzaran els visitants i la seva procedència per tal obtenir dades que ens puguin ser útils a l'hora de plantejar les propostes de millora.

### 5.2.1 Perfil d'ús de l'edifici

El centre MónNatura funciona com un alberg en el qual els visitants poden gaudir d'activitats i serveis com el restaurant o el bar. El centre roman obert tot l'any menys al mes de gener tot i que s'hi efectuen accions administratives i de manteniment.

L'horari del centre es de 7:30h a 23:30 quan hi ha pernoctacions, i de 9:00 a 18:00 quan no n'hi ha.

Taula 5.2: Dades sobre el funcionament del centre					
Anys	Dies sense pernoctacions	Dies amb pernoctacions	Dies de festa	Hores de funcionament	Dies de funcionament
2010	95	241	29	4664	194
2011	113	247	5	4913	205
2012	107	221	37	4446	185
2013	94	236	35	4575	191
2014	106	224	35	4485	187
MITJANA	103	233	28	4616	192

Font: Dades del centre

Com podem apreciar a la Taula 5.2 el centre roman uns **192 dies** anuals funcionant a ple rendiment. El càlcul s'ha fet en base a l'horari del centre sense comptar les hores que els pernoctant dormen. S'estima que l'edifici funciona unes **4.616 hores l'any** seguint les mateixes premisses que els càlculs pels dies.

### 5.2.2 Fluxos físics: usuaris

El campus dona servei a una tipologia molt variada de visitants ja que en aquest s'hi efectuen activitats i serveis de diferent índole. Per tal de començar a analitzar aquests fluxos hem determinat diferents tipologies d'usuaris que s'expliquen a la taula 5.3, seguidament també s'expressen el nombre de visitants segons tipologia en la taula 5.4<sup>24</sup>:

**Taula 5.3.:** Definicions dels usuaris

Visitants	Usuaris que fan servir el centre tant si hi dormen com si no i tant si son escolars com si no.
Escolars	Usuaris que provenen d'escoles
No Escolars	Usuaris que no provenen d'escoles
Pernoctants	Usuaris que dormen al centre i fan ús de les habitacions
No Pernoctants	Usuaris que no dormen al centre i no fan ús de les habitacions

---

<sup>24</sup> No disposem de dades sobre els visitants mensuals escolars

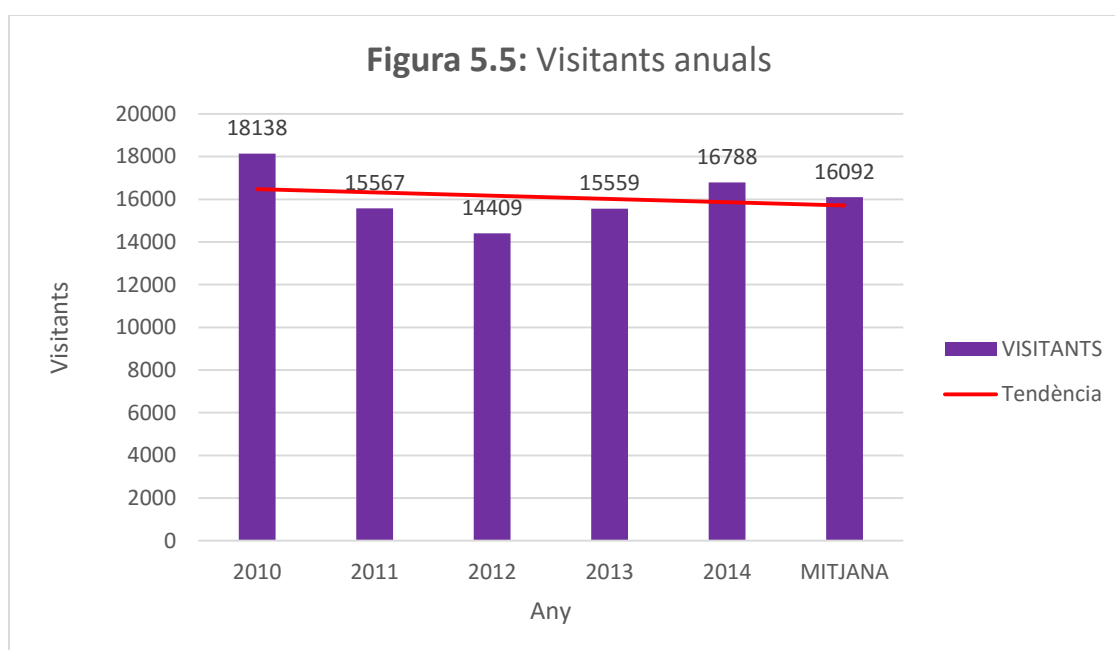
Taula 5.4: Visitants segons tipologia						
MES	2010	2011	2012	2013	2014	MITJANA
PERNOCTANTS						
ESCOLARS						
TOTAL	1701	904	1149	1031	1083	1174
NO ESCOLARS						
Gener	64	42	60	42	37	49
Febrer	628	909	296	153	457	489
Març	1213	891	762	1342	331	908
Abril	986	836	308	396	1040	713
Maig	1054	1007	632	801	843	867
Juny	879	1111	1068	1478	1651	1237
Juliol	1822	1731	1768	2077	2247	1929
Agost	1501	850	853	1197	1635	1207
Setembre	631	216	376	256	523	400
Octubre	953	506	336	622	1007	685
Novembre	262	23	291	806	532	383
Desembre	606	407	516	710	868	621
TOTAL	10599	8529	7266	9880	11171	9489
NO PERNOCTANTS						
ESCOLARS						
TOTAL	328	312	218	324	348	306
NO ESCOLARS						
Gener	43	58	70	47	78	59
Febrer	227	69	53	66	65	96
Març	195	214	104	432	125	214
Abril	464	496	697	107	525	458
Maig	239	293	226	200	265	245
Juny	282	586	613	398	218	419
Juliol	680	726	991	662	606	733
Agost	1961	2029	1726	1673	1527	1783
Setembre	483	332	513	256	239	365
Octubre	550	427	401	193	213	357
Novembre	137	241	166	192	178	183
Desembre	249	351	216	98	147	212
TOTAL	5510	5822	5776	4324	4186	5124
VISITANTS TOTAL						
TOTAL	18138	15567	14409	15559	16788	16092

Font: Elaboració pròpia



A partir de la taula 5.4 analitzarem els fluxos físics del centre, analitzarem primer els visitants, seguidament els escolars i no escolars i finalment els pernoctants i no pernoctants.

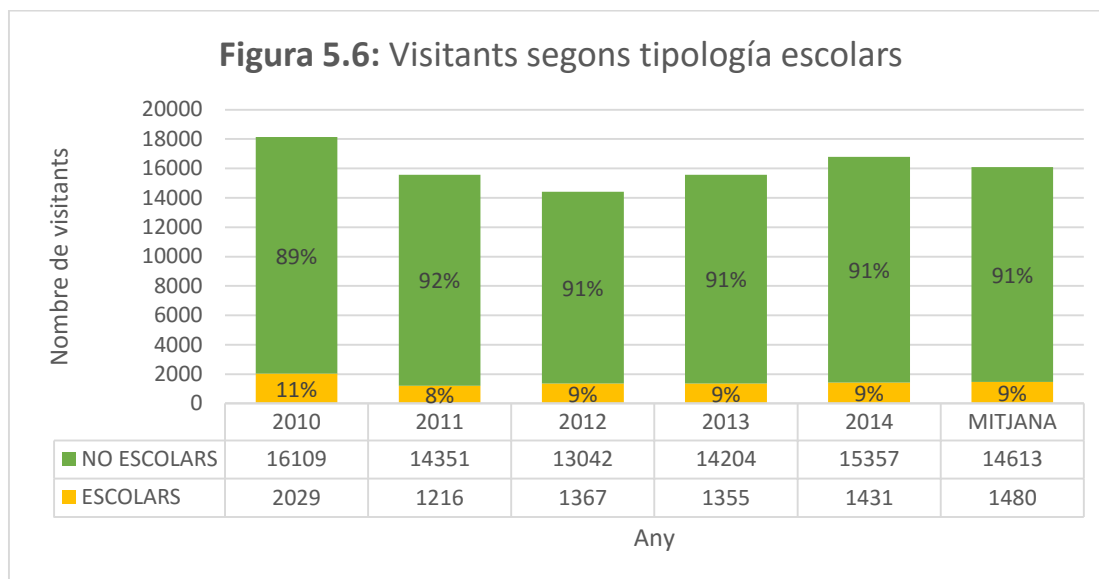
### Visitants totals



**Font:** Dades del centre

Com podem apreciar el centre rep una afluència anual mitja de 16100 visitants. Si ens fixem en la tendència veurem que fins al 2012 els visitants van anar disminuint progressivament, en canvi a partir d'aquest any van anar augmentant tot i que encara no s'han recuperat. Tot i això la tendència global es la de disminució dels visitants.

## Visitants escolars i no escolars

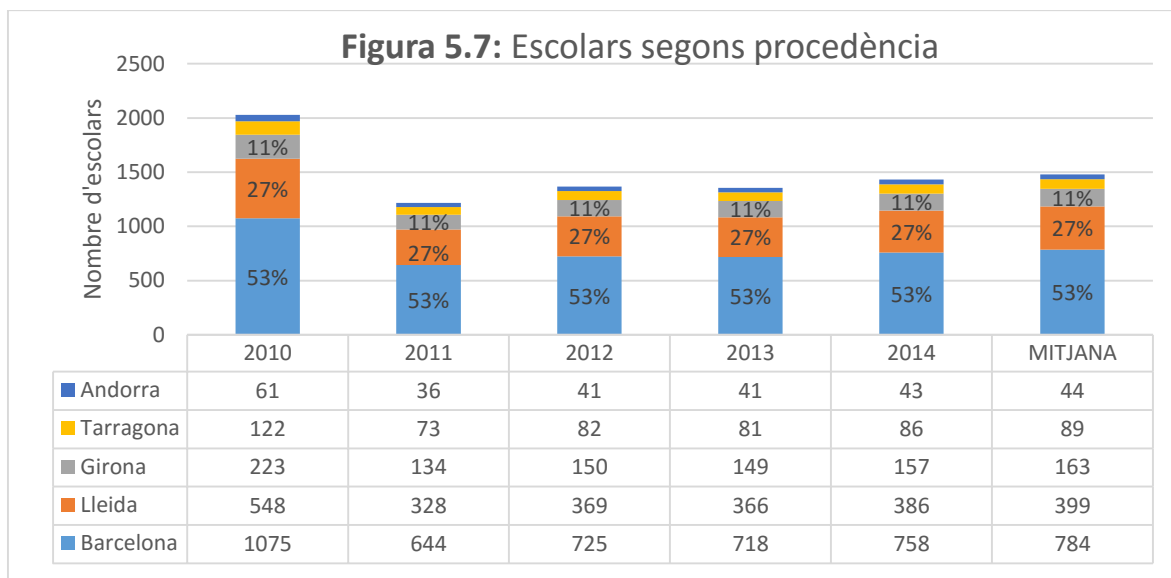


**Font:** Dades del centre

Per part dels escolars estimem que n'arriben uns 1480 i dels no escolars uns 14613. Els escolars representen del total un 9% i els no escolars un 10%. Per tant podem afirmar que els no escolars representen el col·lectiu de visitants amb més pes dins del centre.

## Visitants escolars

Com podem apreciar a la taula 5.4 el nombre de visitants escolars ha anat disminuint a través de la sèrie (2010-2014). A partir de les dades del centre hem pogut aproximar el nombre de visitants escolars segons la zona de procedència, cal dir que aquestes dades s'han extret en base a la procedència dels visitants de l'any 2010 i això fa que cada any els % siguin els mateixos:

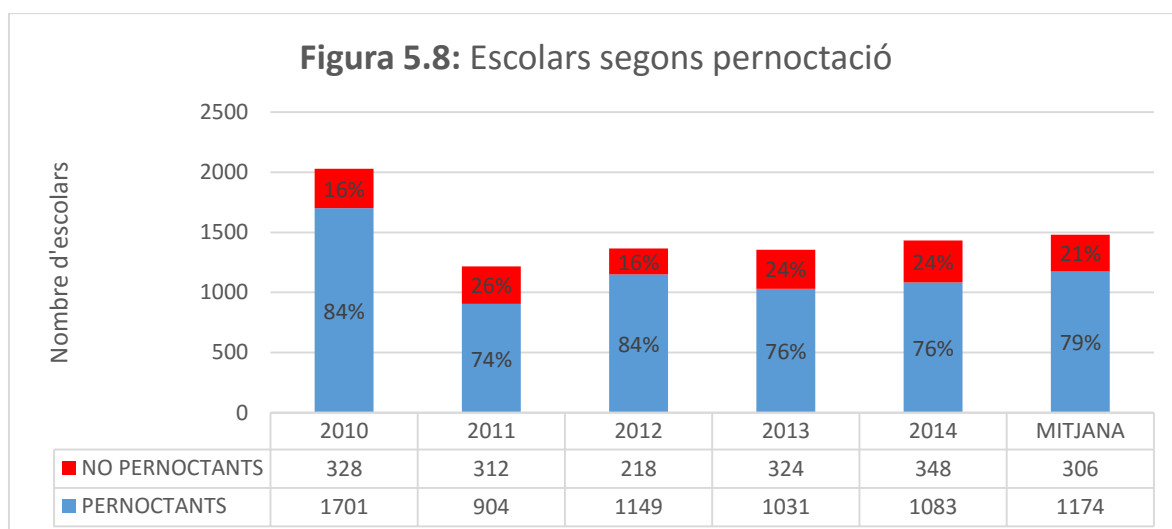


**Font:** Dades del centre

La figura 5.7 mostra que la major aflluència d'escolars prové de Barcelona (53%) seguits de Lleida (27%). No podem analitzar la tendència segons província degut a l'aproximació del nombre. S'ha estimat també a la taula 5.5 el nombre d'escoles segons la procedència suposant que cada escola porta associats un 45 alumnes; els percentatges són els mateixos que els de la Figura 5.7:

Taula 5.5: Procedència de les escoles					
	2010	2011	2012	2013	2014
Barcelona	27	15	17	17	18
Lleida	14	8	9	9	9
Girona	6	3	4	4	4
Tarragona	3	2	2	2	2
Andorra	2	1	1	1	1

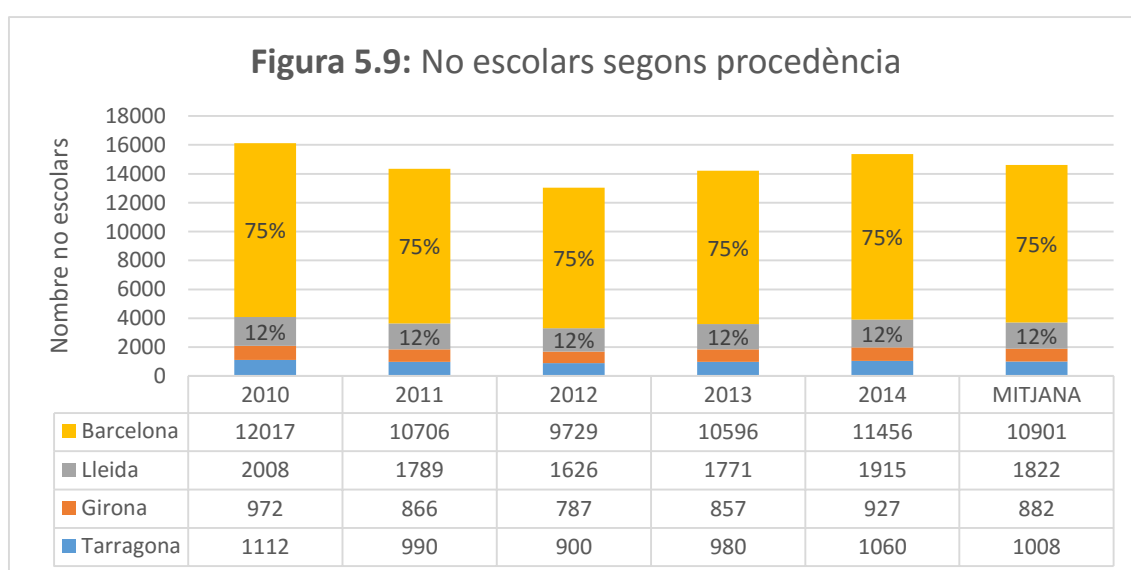
A la figura 5.8 veiem que la mitjana de pernoctants escolars anuals es de 1174 escolars (79%) i de no pernoctants escolars 306 escolars (21%). Segons les dades els escolars acostumen a ernoctar al centre en les seves visites



**Font:** Dades del centre

### Visitants no escolars

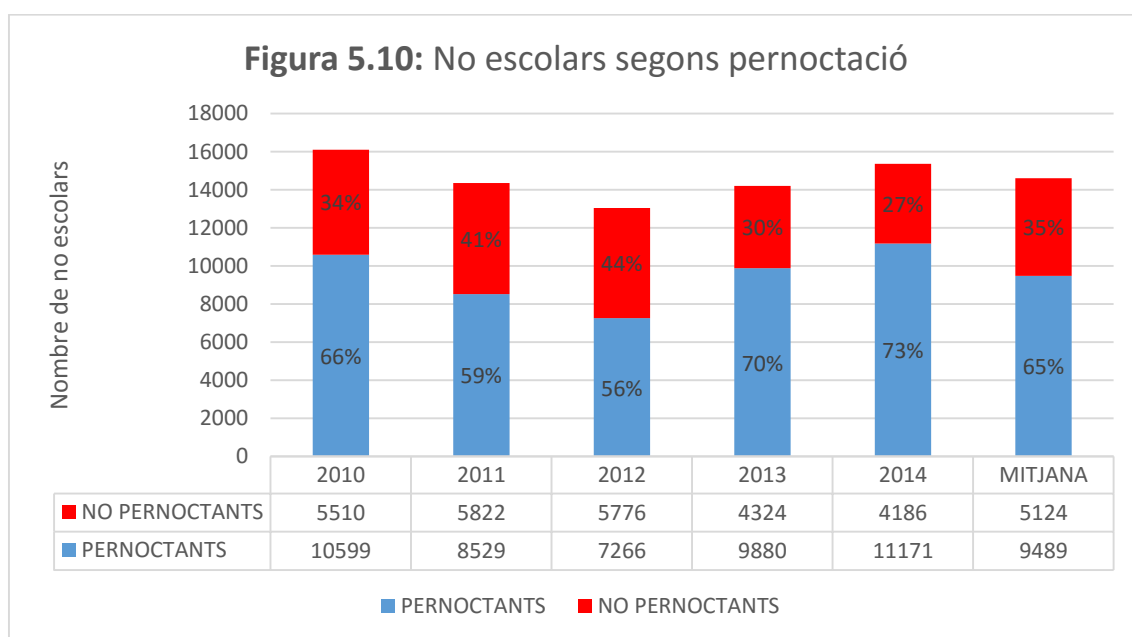
Com podem apreciar a la figura 5.9 el nombre de visitants no escolars ha anat disminuint a través de la sèrie (2010-2014). A partir de les dades del centre hem pogut aproximar el nombre de visitants escolars segons la zona de procedència, cal dir que aquestes dades s'han extret en base a la procedència dels visitants de l'any 2010 i això fa que cada any els % siguin els mateixos, un 95% dels visitants dels centre provenen de Catalunya aproximadament.



**Font:** Dades del centre

Com veiem un 75% dels no escolars provenen de Barcelona, un 12% provenen de Lleida, per Girona i Tarragona l'aportació es d'un 6% de cadascuna. Per tant els visitants de Barcelona presenten el flux físic més important.

A la figura 5.10 hem analitzat els no escolars segons la pernoctació amb les dades de la Taula 5.4:

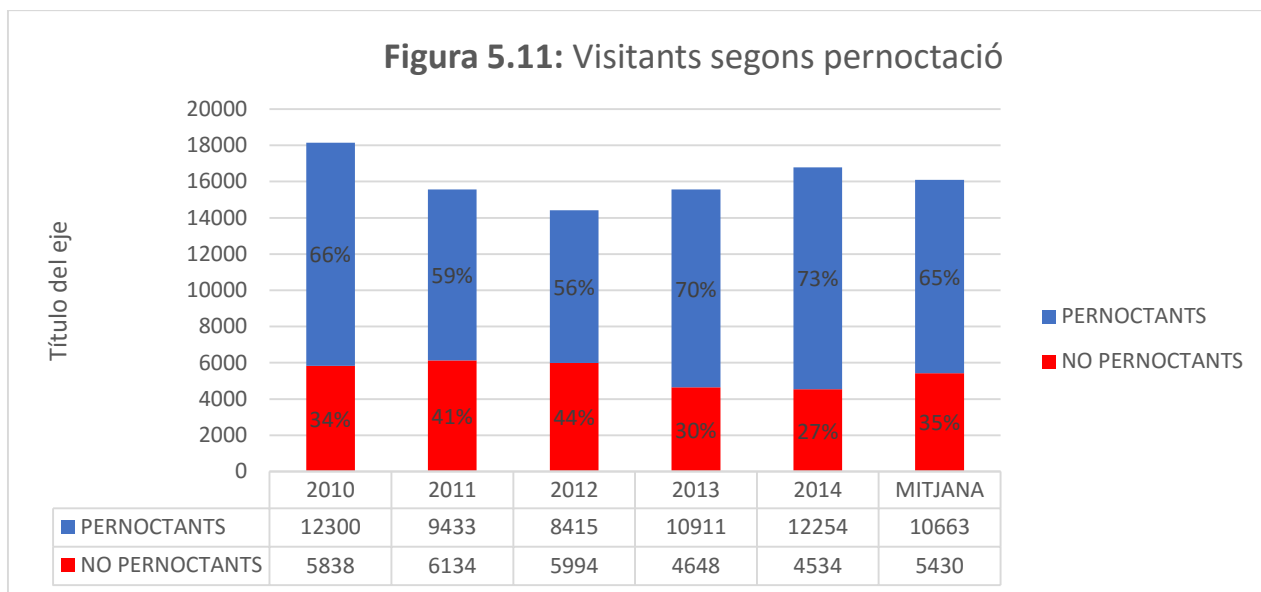


**Font:** Dades del centre

Com podem veure la majoria de visitants no escolars que empren a centre s'hi queden a dormir amb un 65% d'aquests.

### Pernoctants i no pernoctants

Com podem veure a la figura 5.11; del total de visitants anuals el 65% prefereixen quedar-se al centre a dormir. Podem apreciar al 2011 un augment elevat dels no pernoctants en front la disminució dels pernoctants, per contra els últims tres anys veiem un augment dels pernoctants front una disminució dels no pernoctants .



**Font:** Dades del centre

### 5.2.3 Dades sobre l'Ocupació

A continuació es mostren les dades referents a el nombre mig de visitants diaris al centre. També s'ha estudiat l'ocupació mensual i anual mitja tenint en compte que el total de places disponibles es 94 i que considerem ocupants als pernoctants.

A la taula 5.6 hem construït les dades d'ocupació a partir de les dades mensuals de pernoctants escolars i no escolars:

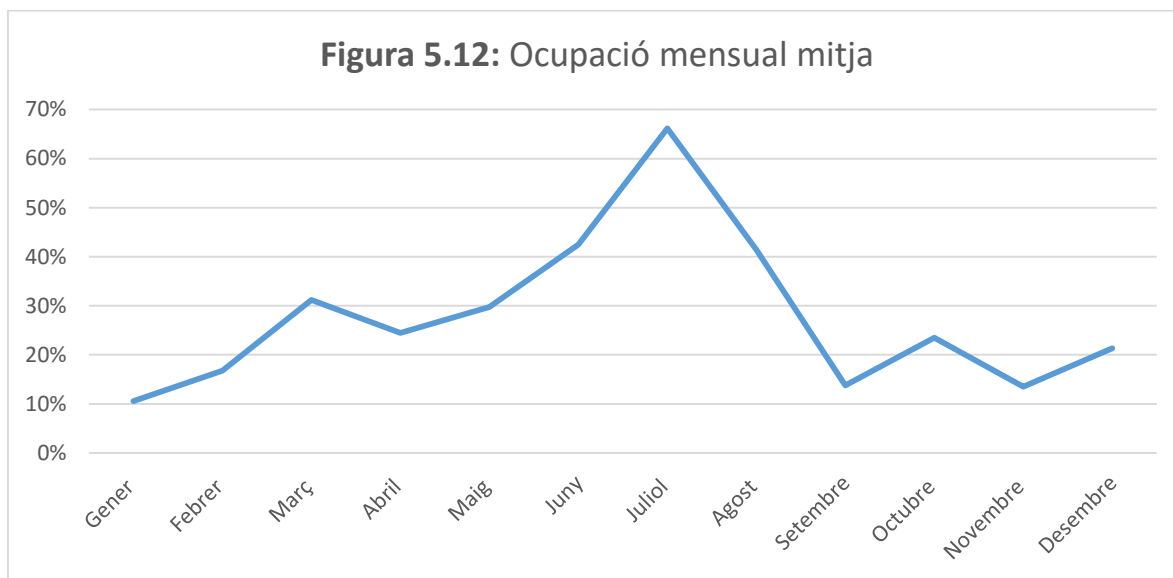
<b>Taula 5.6: Ocupació del centre (Nº pernoctants)</b>						
MES	2010	2011	2012	2013	2014	MITJANA
Gener	2,2	47,3	2,2	1,1	1,1	11
Febrer	22	31,9	11	5,5	16,5	17,6
Març	42,9	31,9	27,5	47,3	12,1	31,9
Abril	35,2	29,7	11	14,3	37,4	25,3

Maig	37,4	35,2	22	28,6	29,7	30,8
Juny	30,8	39,6	37,4	52,8	58,3	44
Juliol	64,9	61,6	62,7	73,7	79,2	68,2
Agost	52,8	29,7	30,8	42,9	58,3	42,9
Setembre	22	7,7	13,2	8,8	18,7	14,3
Octubre	34,1	17,6	12,1	22	35,2	24,2
Novembre	11	1,1	9,9	28,6	18,7	14,3
Desembre	22	14,3	18,7	25,3	30,8	22
MITJANA	31,9	28,6	22	29,7	33	28,6
Ocupació mitja estimada %						
MES	2010	2011	2012	2013	2014	MITJANA
Gener	2%	51%	2%	1%	1%	12%
Febrer	24%	34%	11%	6%	18%	19%
Març	46%	34%	29%	51%	12%	34%
Abril	37%	32%	12%	15%	40%	26%
Maig	40%	39%	24%	30%	32%	33%
Juny	33%	42%	41%	56%	63%	46%
Juliol	69%	65%	67%	78%	85%	73%
Agost	57%	32%	32%	45%	62%	45%
Setembre	24%	8%	14%	10%	20%	15%
Octubre	36%	19%	13%	23%	39%	26%
Novembre	12%	1%	11%	31%	20%	14%
Desembre	23%	15%	20%	26%	33%	23%

MITJANA	33%	31%	23%	31%	35%	31%
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Font:** Dades del centre

De les dades de la taula 5.6 s'ha efectuat la figura 5.12 que representa l'ocupació mensual mitja:



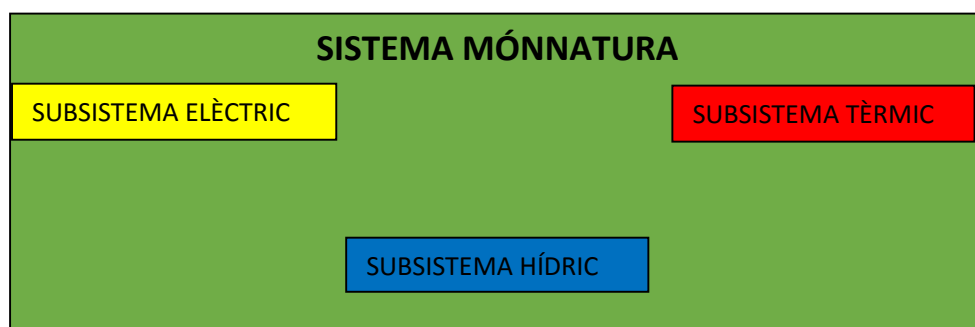
**Font:** Dades del centre

Se n'extreu que l'ocupació màxima es presenta els mesos d'estiu concretament al més de juliol del 66%, a banda d'aquesta, l'ocupació mitja dels altres mesos ronda el 25%. S'interpreta també una major ocupació els mesos de tardor que els de primavera i hivern. L'ocupació anual mitja es manté al 30% fet que fa pensar en la sobredimensionació de l'edifici.



## 5.3 Anàlisi del sistema MónNatura Pirineus

Per tal de facilitar l'anàlisi del sistema, l'hem subdividit en tres subsistemes que mostrem al diagrama 1 següent:



**Diagrama 1:** Sistema MónNatura i subsistemes

**Font:** Elaboració pròpia

### 5.3.1 Anàlisi del subsistema elèctric

El subministrament elèctric de MónNatura és gairebé abastit de forma íntegra per la Xarxa Elèctrica local. A aquesta provisió caldria afegir l'energia generada per un sistema aïllat de mòduls fotovoltaics que es troben instal·lats a la part superior de la façana principal. Segons dades del centre, aquest sistema fotovoltaic genera al voltant d'uns 2.500 kWh/any, valor molt per sota dels 192.478 kWh/any que s'ha establert que consumeix anualment MónNatura, i per tant, molt poc destacable.

#### Inventari elements elèctrics per equipaments

A continuació es detallen els elements elèctrics que es troben a cadascun dels subsistemes de MónNatura Pirineus amb les seves respectives potències i hores de funcionament estimades. Amb aquestes dades podem estimar quin és el consum elèctric total diari per cada equipament.

Els elements senyalitzats amb un asterisc (\*) se'ls ha fet una estimació orientativa de les seves potències mitjançant catàlegs d'articles a Internet. Es detallarà quins són els equips amb un consum elèctric més elevat per cadascun dels equipaments per tal de fer més endavant un recull de propostes amb l'objectiu de millorar l'estalvi energètic.

<b>Taula 5.7: Inventari elèctric Sala d'informàtica</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	2	9	18	4	0,07
Fluorescent	18	26	468	4	1,87
Pantalla d'ordinador LCD*	6	40	240	4	0,96
Torre d'ordinador*	6	220	1320	4	5,28
		<b>Sumatori total</b>	<b>2046</b>		<b>8,18</b>

**Font:** Elaboració pròpia

A la sala d'informàtica es pot observar que el consum elèctric més elevat correspon a les torretes d'ordinador, que suposa un 64,5% del consum total.

<b>Taula 5.8: Inventari elèctric Ludoteca Nens</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	1	9	9	4	0,03
Fluorescent	18	26	468	4	1,87
		<b>Sumatori total</b>	<b>477</b>		<b>1,90</b>

**Font:** Elaboració pròpia

En l'equipament ludoteca no es troba cap equip prescindible, només enllumenat que consta de divuit fluorescents de 26W i un fluorescent de 9W.

Taula 5.9: Inventari elèctric Sala de Jocs					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	2	9	18	4	0,07
Fluorescent	18	26	468	4	1,87
		Sumatori total	486		1,94

Font: Elaboració pròpia

A la sala de jocs tampoc es troba cap equip a destacar a banda de l'enllumenat.

Taula 5.10: Inventari elèctric Biblioteca					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	2	9	18	4	0,07
Fluorescent	1	23	23	4	0,09
Fluorescent	42	26	1092	4	4,36
Pantalla d'ordinador LCD*	1	40	40	4	0,16
Torre d'ordinador*	1	220	220	4	0,88
		Sumatori total	1393		5,57

Font: Elaboració pròpia

A la biblioteca cal fer èmfasi en el consum dels quaranta dos fluorescents de 26W que suposen un consum d'un 78,2% respecte al total de l'equipament.

Taula 5.11: Inventari elèctric Auditori i Sala de Control					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	8	9	72	0,57	0,04
Fluorescent	66	26	1716	0,57	0,97
Altaveus	2	500	1000	0,57	0,57
Equip de so*	1	250	250	0,57	0,14
Projector*	2	277	554	0,57	0,31
Torre d'ordinador*	1	220	220	0,57	0,12
Taula de so*	1	100	100	0,57	0,05
		Sumatori total	3912		2,22

Font: Elaboració pròpia

A l'auditori s'observa que el major consum pertany als seixanta sis fluorescents de 26W que suposen un consum d'un 43,6% respecte al global de la sala.

Taula 5.12: Inventari elèctric Espais Comuns					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	23	9	207	16	3,31
Fluorescent	45	11	495	16	7,92
Fluorescent	59	26	1534	16	24,54
Fluorescent	20	28	560	16	8,96
Fluorescent	2	55	110	16	1,76
Televisió LCD 27"*	5	43	215	16	3,4
Telèfon*	1	25	25	24	0,6
		Sumatori total	3146		50,53

Font: Elaboració pròpia

Als espais comuns s'observa que el consum més elevat correspon als cinquanta nou fluorescents de 26W que suposen un consum d'un 48,5% respecte al total de l'espai.

<b>Taula 5.13: Inventari elèctric Porxo i Sales Material</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	14	36	504	16	8,06
LED	6	10	60	4	0,24
		<b>Sumatori total</b>	<b>564</b>		<b>8,30</b>

**Font:** Elaboració pròpia

Al porxo s'observa que els catorze fluorescents de 36W suposen un 97,1% del consum total.

<b>Taula 5.14: Inventari elèctric Recepció</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	18	26	468	16	7,48
Telèfon*	2	25	50	24	1,2
Pantalla d'ordinador LCD *	3	40	120	8	0,96
Torre d'ordinador*	2	220	440	8	3,52
Impressora tinta multifunció*	1	25	25	8	0,2
Impressora làser oficina*	1	495	495	8	3,96
		<b>Sumatori total</b>	<b>1598</b>		<b>17,32</b>

**Font:** Elaboració pròpia

A la recepció els equips que suposen en global més consum són els divuit fluorescents de 26W amb un percentatge d'un 43,1%. Gairebé la meitat tot tenint en compte que trobem altres equips amb una potència unitària elevada com la impressora làser d'oficina o les torretes d'ordinador.

<b>Taula 5.15: Inventari elèctric Observatori Astronòmic</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	1	9	9	0,21	Despreciable
Fluorescent	2	18	36	0,21	Despreciable
Fluorescent	1	26	26	0,21	Despreciable
Pantalla d'ordinador LCD*	1	40	40	0,21	Despreciable
Torre d'ordinador*	1	220	220	0,21	0,04
Televisor CRT*	1	90	90	0,21	0,01
Llums incandescents*	4	60	240	0,21	0,05
		<b>Sumatori total</b>	<b>661</b>		<b>0,13</b>

**Font:** Elaboració pròpia

L'observatori astronòmic compta amb diversos telescopis d'avançada tecnologia que no han estat comptabilitzats en el consum total de l'equipament. Els altres equips no són rellevants a nivell consum elèctric.

<b>Taula 5.16: Inventari elèctric Planetari</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
LED	3	8	24	0,21	Despreciable
Projector planetari*	1	2400	2400	0,21	0,5
Altaveu	2	45	90	0,21	0,01
DVD*	1	20	20	0,21	Despreciable
		<b>Sumatori total</b>	<b>2534</b>		<b>0,53</b>

**Font:** Elaboració pròpia

Al planetari el consum elèctric gairebé la seva totalitat està destinat al projector, amb un 94 %.

<b>Taula 5.17: Inventari elèctric Laboratori</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	18	26	468	2	0,93
Projector*	1	277	277	2	0,55
Torre d'ordinador*	1	220	220	2	0,44
Lupa petita	4	10	40	1	0,04
Lupa gran	1	22	22	1	0,02
Nevera frigorífica*	1	110	110	24	2,64
Microscòpic òptic	1	20	20	1	0,02
Incubadora	1	440	440	2	0,88
Microones*	1	800	800	0,1	0,08
Pissarra elèctrica	1	11	11	2	0,02
Transiluminador*	1	48	48	1	0,04
Forn de laboratori I*	1	1400	1400	0,3	0,42
Forn de laboratori II	1	3000	3000	0,16	0,48
		<b>Sumatori total</b>	<b>6856</b>		<b>6,58</b>

**Font:** Elaboració pròpia

Al laboratori l'element a destacar és la nevera frigorífica, no tant per la seva potència sinó per el seu temps de funcionament, que suposa un consum elèctric d'un 40,1% respecte la resta.

Taula 5.18: Inventari elèctric Cuina i Magatzem					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	3	9	27	5	0,13
Fluorescent	28	36	1008	5	5,04
Extractor*	3	2500	7500	5	37,5
Rentavaixelles*	1	6200	6200	2	12,4
Mostrador frigorífic 3 portes*	2	350	700	24	16,8
Cambra frigorífica 1*	1	1853	1853	24	44,47
Cambra frigorífica 2*	1	2096	2096	24	50,30
Cambra congelador*	1	2362	2362	24	56,68
Microones	1	1100	1100	0,16	0,17
Planxa*	1	3000	3000	0,5	1,5
Forn	2	23000	46000	1	46
Màquina cafè professional*	1	2780	2780	0,3	0,83
Forn mòbil gran*	1	3000	3000	1,5	4,5
Forn mòbil petit	1	1570	1570	1,5	2,35
Robot cuina	1	270	270	0,42	0,11
Màquina tallar embotit*	1	500	500	0,14	0,07
Envasador al buit*	1	370	370	0,14	0,05
Gelera*	1	550	550	24	13,2
		Sumatori total	80886		292,13

**Font:** Elaboració pròpia

L'equipament cuina i magatzem compte amb diversos equips que requereixen un consum elèctric elevat, d'aquests destaquem per sobre dels altres quatre amb l'ordre següent: cambra congelador, cambra frigorífica de carns i làctics, i cambra frigorífica de verdures i fruites. Seguidament els tres extractors d'aire sobre els fogons. En global aquests quatre elements suposen un 64.6% del consum elèctric d'aquest equipament.



Taula 5.19: Inventari elèctric Menjador					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	8	9	72	2	0,14
Fluorescent	72	26	1872	2	3,74
Frigorífic de vins*	1	85	85	24	2,04
Bufeta amb 4 resistències*	1	1800	1800	4	7,2
Buffete refrigerador*	1	230	230	24	5,52
Refrigerador begudes*	1	85	85	24	2,04
Làmpada antimosquits*	1	40	40	24	0,96
Pantalla d'ordinador*	1	40	40	8	0,32
Torre d'ordinador*	1	220	220	8	1,76
Torradora*	1	2800	2800	1,5	4,2
Microones*	1	1400	1400	0,3	0,42
		Sumatori total	8874		28,34

**Font:** Elaboració pròpia

Al menjador l'equip amb un consum elèctric més elevat és el bufet de quatre resistències, tot i que no és destacable per sobre els altres.

<b>Taula 5.20: Inventari elèctric Bar</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Rentavaixelles	1	1800	1800	0,5	0,9
Fluorescent	2	9	18	4	0,07
Fluorescent	18	26	468	4	1,87
Televisor LCD 27"*	1	43	43	8	0,34
Congelador Frigo®*	1	185	185	24	4,44
Ventilador de sostre*	1	70	70	1	0,07
Molinet cafè*	2	140	280	0,16	0,04
Màquina cafè professional*	1	2780	2780	0,3	0,83
Refrigerador begudes*	1	85	85	24	2,04
Pantalla d'ordinador LCD*	1	40	40	8	0,32
Torre d'ordinador*	1	220	220	8	1,76
Nevera*	1	320	320	24	7,68
Làmpada antimosquits*	1	40	40	24	0,96
Microones*	1	1100	1100	0,08	0,08
		<b>Sumatori total</b>	<b>7449</b>		<b>21,42</b>

**Font:** Elaboració pròpia

Al bar els elements més destacables són la nevera de 320W i el congelador Frigo® amb una potencia de 185W. En conjunt suposen un 56,5% del consum total.

Taula 5.21: Inventari elèctric Bugaderia					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	4	26	104	2	0,20
		Sumatori total	104		0,20

Font: Elaboració pròpia

Les rentadores no es troben dins la bugaderia de MónNatura sinó a un equipament extern situat a Guinegueta d'Àneu, per tant no hi ha elements de consum a destacar. Es fa una recollida de la roba setmanal.

Taula 5.22: Inventari elèctric Espais Comuns i Vestuaris del Personal					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	2	9	18	4	0,07
Fluorescent	12	36	432	4	1,72
Assecador de mans	2	2400	4800	1	4,8
Extractor*	4	51	204	4	0,81
		Sumatori total	5454		7,41

Font: Elaboració pròpia

Als espais sanitaris comuns i vestuaris de personal cal destacar el consum de l'assecador de mans, tot i que fem constar que variarà molt depenent de quin sigui el seu temps de funcionament diari.

Taula 5.23: Inventari elèctric de les habitacions per persones amb mobilitat reduïda					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	1	9	9	3	0,02
Fluorescent	4	11	44	3	0,13
Fluorescent	3	18	54	3	0,16
		Sumatori total	107		0,29

Font: Elaboració pròpia

A les habitacions no es troba cap element a destacar, tot el consum està destinat a l'enllumenat, tant per les habitacions per persones amb mobilitat reduïda com per les "estàndard".

Taula 5.24: Inventari elèctric Habitacions amb bany					
Element	Unitats	Potència unitària (W)	Potència total (W)	Funcionament/dia (h)	Consum total diari (kWh)
Fluorescent	1	9	9	3	0,02
Fluorescent	5	11	55	3	0,16
Fluorescent	3	18	54	3	0,16
		Sumatori total	109		0,32

Font: Elaboració pròpia

<b>Taula 5.25: Inventari elèctric Oficina d'Educació Ambiental, Saleta d'estar i Sanitari</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	1	9	9	8	0,07
Fluorescent	2	11	22	8	0,17
Fluorescent	3	18	54	8	0,43
Fluorescent	10	26	260	8	2,08
Fluorescent	12	36	432	8	3,45
Pantalla d'ordinador LCD*	9	40	360	8	2,88
Torre d'ordinador*	9	220	1980	8	15,84
Impressora tinta multifunció*	1	25	25	8	0,2
Impressores làser oficina*	1	495	495	8	3,96
Extractor*	1	51	51	1	0,05
		<b>Sumatori total</b>	<b>546</b>		<b>29,14</b>

**Font:** Elaboració pròpia

A l'oficina dels educadors ambientals el més destacable són les nou torretes d'ordinador que suposen un consum d'un 54,3% respecte el global de l'equipament.

<b>Taula 5.26: Inventari elèctric Bodega</b>					
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Potència unitària (W)</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Funcionament/dia (h)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>
Fluorescent	18	36	648	5	3,24
Congelador I	2	218	436	24	10,46
Congeladors II	2	700	1400	24	33,6
Frigorífic	1	500	500	24	12
		<b>Sumatori total</b>	<b>1900</b>		<b>45,6</b>

**Font:** Elaboració pròpia

A la bodega cal destacar el consum dels congeladors “tipus II” amb una potència unitària de 700W i que suposen un 73.6% del consum total.

### Consums elèctrics de MónNatura Pirineus

Els consums elèctrics del campus són destinats en la seva totalitat per l’abastiment dels equips elèctrics dels diferents espais del centre; electrodomèstics, enllumenat, ordinadors, TVs, material laboratori, auditori, etc.. El campus MónNatura no compta amb cap sistema de refrigeració central, i tant la calefacció per terra radiant com l’ACS (aigües calentes sanitàries) s’abasteixen en part amb propà, amb la caldera de biomassa i per últim amb panells solars tèrmics.

### Consums elèctrics per equipaments

Per saber quins són els consums elèctrics al llarg d’un període de temps (diaris, mensuals o anuals), s’ha tingut en compte les hores de funcionament dels diferents elements de cada equipament. Aquests valors s’han estimat segons les observacions que s’han fet *in-situ*. Alhora de conèixer el consum anual, s’ha multiplicat el consum diari per tres-cents trenta cinc i no tres-cents seixanta cinc degut a que s’ha obviat el consum del mes de gener ja que el centre roman tancat.

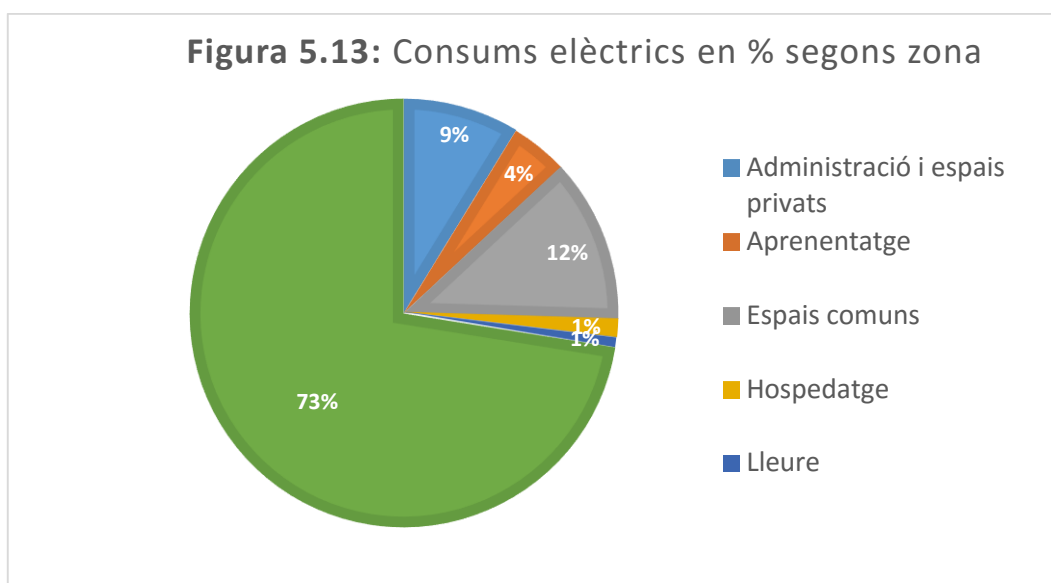
<b>Taula 5.27: Consums elèctrics per equipament</b>					
<b>Subsistema</b>	<b>Potència total (W)</b>	<b>Consum total diari (kWh)</b>	<b>Consum total mensual (kWh)</b>	<b>Consum total anual (kWh)*</b>	<b>Consum en %</b>
Sala d'informàtica	2046	8,2	245,5	2733,5	1,4
Ludoteca de nens	477	1,9	57,2	637,3	0,3
Sala de jocs	486	1,9	58,3	649,3	0,3
Biblioteca	1393	5,6	167,2	1861,0	1,0
Auditori i sala de control	3912	2,2	66,9	744,8	0,4
Espais comuns	3146	50,5	1516,1	16879,0	8,8
Porxo i sales material	564	8,3	249,1	2773,5	1,4
Recepció	1598	17,3	519,8	5787,6	3,0
Observatori	661	0,1	4,2	46,4	0,0
Planetari	2534	0,5	16,0	177,7	0,1
Laboratori	6856	6,6	197,5	2198,4	1,1
Cuina i magatzem	80886	292,1	8764,2	97574,5	50,7
Menjador	8874	28,3	850,4	9468,2	4,9
Bar	7449	21,4	642,7	7155,9	3,7
Bugaderia	104	0,2	6,2	69,5	0,0
Sanitaris comuns	5454	7,4	222,5	2476,9	1,3
Habitacions mobilitat reduïda	214	0,6	17,6	196,4	0,1
Habitacions estàndard	2180	6,5	196,2	2184,4	1,1
Oficina educació ambiental	546	4,0	874,2	9732,8	5,1
Bodega	1900	45,6	1368,0	15230,4	7,9
<b>TOTAL</b>	<b>131280</b>	<b>509,53379</b>	<b>16039,8837</b>	<b>192478,6044</b>	<b>100</b>

**Font:** Elaboració pròpia

\*No s'ha comptabilitzat el mes de gener en els consums anuals.

## Consums elèctrics per zona i superfície

A la figura 5.13 podem observar com la zona pertanyent a restauració (menjador, cuina i magatzem, bar i bodega) és a la que li pertany un consum elèctric més elevat, més concretament degut a l'elevada potència dels diversos equips que conformen la cuina (cambres frigorífiques, congeladors, extractors..) i que sense dubte disparen el consum elèctric d'una manera espectacular no comparable a cap altre equip del centre.



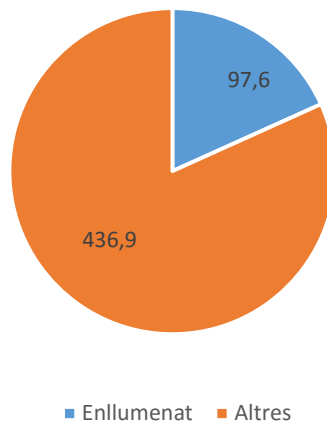
**Font:** Elaboració pròpia

Seguidament, i molt per darrere, els espais comuns són els que requereixen el següent consum elèctric més elevat. Aquest fet s'atribueix a les necessitats energètiques requerides per el conjunt d'enllumenat d'aquesta zona.

L'enllumenat del centre requereix un consum elèctric raonable, situant-se al voltant del 18% del total, aquest consum es tractarà de disminuir amb la nostra proposta de millora de canviar els fluorescents del centre per LEDs.



**Figura 5.14:** Consum elèctric diari en kWh destinat a enllumenat



**Font:** Elaboració pròpia

A la taula 5.28 s'ha fet un inventari dels consums elèctrics per m<sup>2</sup> de superfície dels centre:

<b>Taula 5.28: Consums elèctrics per zona i superfície</b>			
Temàtica	Superfície (m <sup>2</sup> )	Consum total diari (kWh)	Consum/superfície
Administració i espais privats	135	46,676	0,35
Aprenentatge	423	23,23879	0,05
Espais comuns	485	66,256	0,14
Hospedatge	832	7,128	0,01
Lleure	90	3,852	0,04
Restauració	435	387,512	0,89
Mitjana	2400	534,66279	0,22

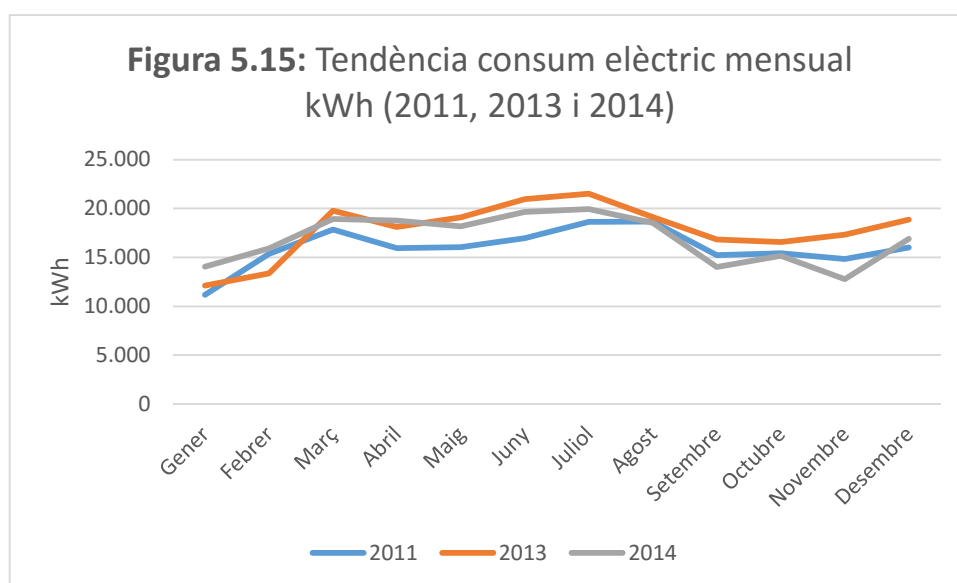
**Font:** Elaboració pròpia

Com ja s'havia vist en termes de consum elèctrics globals, la zona de restauració és la que té un consum/superfície més elevat, amb un consum diari de 0,89 kWh/m<sup>2</sup> de superfície. En aquest cas, la següent zona amb un consum/superfície més elevat no són els espais comuns sinó l'espai destinat per l'administració i els espais privats, amb 0,35 kWh/m<sup>2</sup>. Aquest fet es deu a que ocupa un superfície relativament petita però té un consum elèctric derivat de la utilització d'aparells informàtics (ordinadors, pantalles, impressores...) i il·luminació elevat.

Finalment, la mitjana del consum elèctric/superfície de tot l'edifici és de 0,22 kWh/m<sup>2</sup>, un valor per sota dels 0,30 kWh/m<sup>2</sup> dels centres turístics estàndards de menys de 50 habitacions<sup>25</sup>. D'aquí concloem que el centre fa una bona gestió responsable dels seus recursos i equips elèctrics.

### Consums elèctrics anuals en kWh

A la figura 5.15 s'observa quina és la fluctuació de consum elèctric durant els anys 2011, 2013 i 2014:



**Font:** Elaboració pròpia

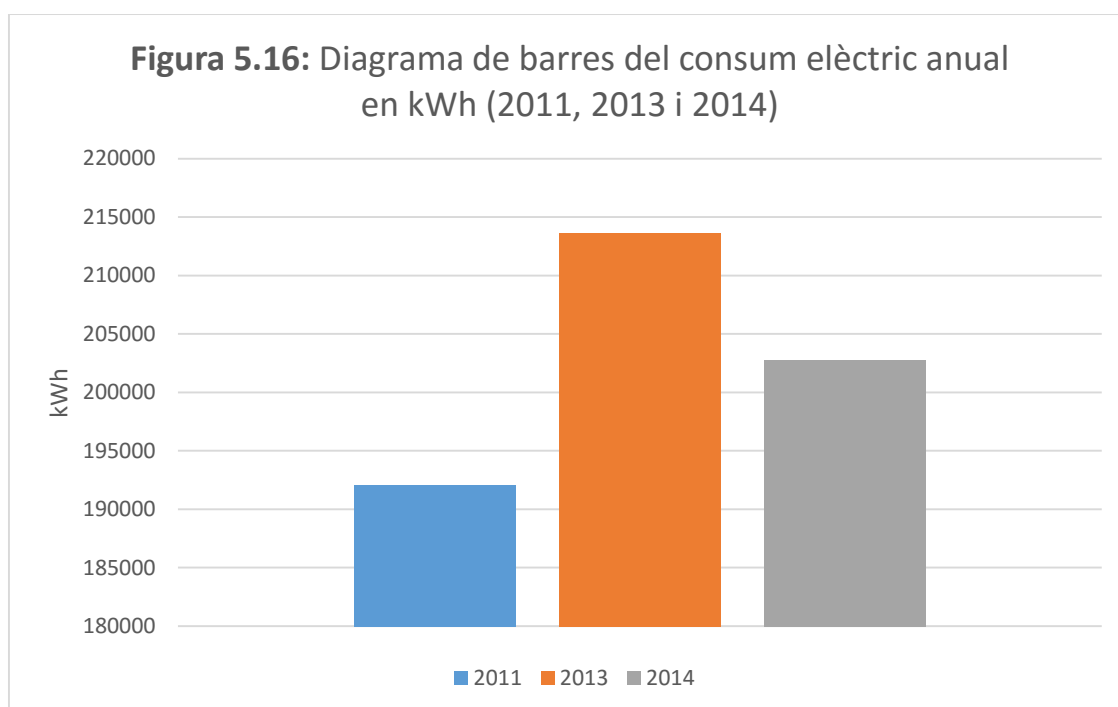
Es pot observar que durant el mes de gener el consum elèctric és més baix que la resta de l'any, fet es deu a que el centre roman tancat als visitants, però no així al personal, que continua realitzant diverses tasques administratives i de manteniment que necessiten un consum elèctric sostingut.

S'observa un increment en el consum cap al mes del març corresponent amb un augment dels visitants i les pernoctacions al centre, afavorit amb l'afebliment de les temperatures i les condicions climàtiques. Aquest consum es manté lleugerament estable durant els següents mesos, i seguidament trobem un nou increment durant els mesos d'estiu a causa del període de vacances de la majoria dels visitants juntament amb les condicions climàtiques més favorables de l'any.

<sup>25</sup> *Indicadores energéticos de los hoteles de la provincia de Alicante*. Agencia Provincial de la Energía de Alicante.

Cap a la tardor el consum elèctric comença a baixar per la finalització del període vocacional i esdevé força regular durant els mesos següents amb un increment final cap al més de desembre atribuïble a una demanda més alta en il·luminació i l'augment de visitants per les vacances del nadal i la temporada d'esquí.

En tant als consums elèctrics anuals dels anys analitzats, trobem una diferència de 21.573 kWh entre l'any amb un consum elèctric menor, pertanyent al 2011, i el d'un consum més elevat, el 2013. Aquesta diferència equival a un 10% respecte al consum elèctric mig dels tres anys de referència, i s'atribueix a que en el 2011 va haver-hi un 15% menys de nombre de pernoctacions que a l'any 2010.



**Font:** Elaboració pròpia

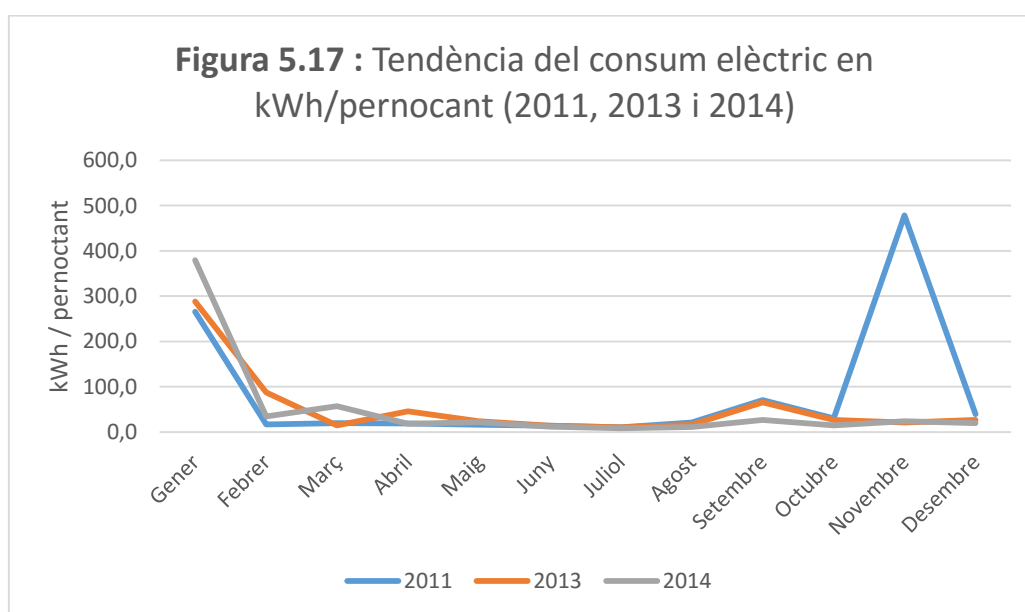
La mitjana del consum elèctric anual per MónNatura és de 202.823 kWh, un valor força semblant als 192.428 kWh que es va estimar que consumeix segons les observacions fetes i molt semblant als 200.000 kWh de consum mig elèctric d'un hotels de tres estrelles en un entorn litoral i per sota dels 250.000 kWh que té un hotel urbà de tres estrelles.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Guía de Ahorro y Eficiencia Energética de Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana.

## Consums elèctrics anuals per pernoctant

El consum elèctric per pernoctant durant l'any es manté força estable durant tots els mesos amb petites excepcions. Per una banda al mes de gener trobem un pic molt destacable que és atribuït a que la demanda energètica del campus es manté força regular com ja hem vist a la figura 5.15 però no així el nombre de pernoctacions i visitants, que durant al mes de gener és mínim degut al tancament del centre. Tot i així, com ja s'ha dit abans, les tasques administratives i de manteniment del centre continuen actives i per aquest motiu es requereix una certa demanda energètica.

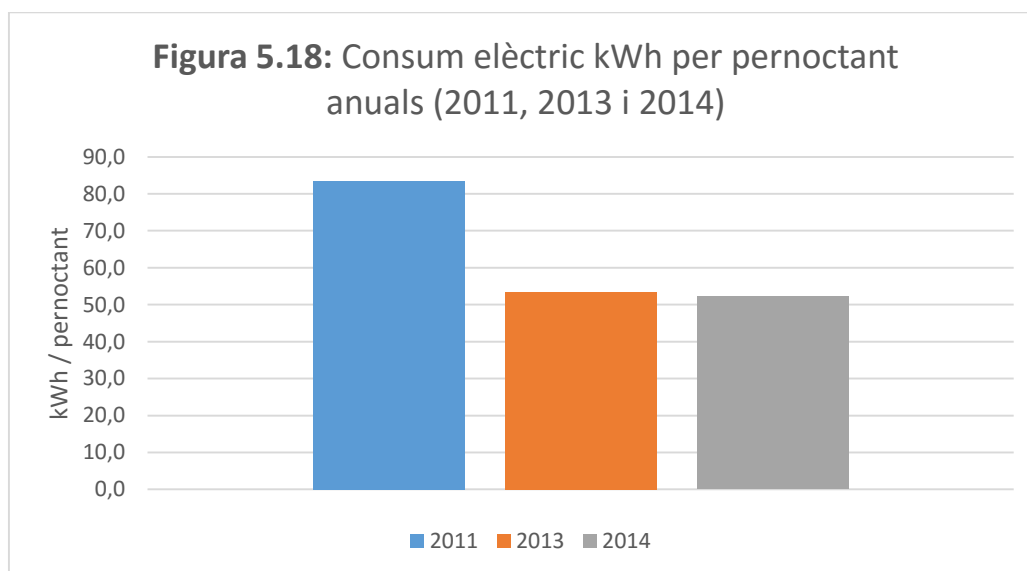
Durant el mes de novembre del 2011 el nombre de visitants i pernoctacions va ser mínim però no així la demanda elèctrica que restà regular. Això comportà que No s'ha pogut determinar la causa d'aquesta mínima ocupació puntual.



**Font:** Elaboració pròpia

A la figura 5.18 podem observar com el consum elèctric per pernoctant ha anat evolucionant molt favorablement, amb un consum de 83,6 kWh/pernoctant per a l'any 2011 i uns 52,3 kWh/pernoctant per a l'any 2014. S'ha fet el càlcul a partir de la mitjana dels consums per pernoctant mensuals. Aquesta disminució s'atribueix no tant a la reducció del consum elèctric del centre, que s'ha mantingut bastant regular com hem vist abans, sinó més aviat a l'augment del nombre de visitants dels darrers anys (taula 5.4).

En qualsevol cas és destacable l'alt valor que pren per a l'any 2011 degut en gran mesura a la poca ocupació que va haver-hi pel mes de novembre (figura 5.17).



**Font:** Elaboració pròpia

A la taula 5.29 veiem els valors dels consums elèctrics per pernoctant. La mitjana per als tres anys analitzats és de 63,1 kWh/pernoctació, un valor un tant més elevat dels 58,6 kWh/pernoctació corresponents als hotels de dues estrelles referents nacionals en mesures d'estalvi energètic i dels 33-35 kWh/pernoctació per als de quatre i cinc estrelles<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> Guia d'hotels més sostenibles. Ajuntament de Barcelona

<b>Taula 5.29: Consum elèctric mensual i anual per pernoctant (kWh)</b>				
<b>Any/Mes</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Mitjana</b>
Gener	265,7	288,5	379,5	311,2
Febrer	16,9	87,3	34,8	46,3
Març	20,1	14,7	57,2	30,7
Abril	19,1	45,8	18,0	27,6
Maig	15,9	23,8	21,6	20,4
Juny	14,4	14,2	11,9	13,5
Juliol	10,8	10,4	8,5	9,9
Agost	21,4	16,0	11,3	16,2
Setembre	70,5	65,7	26,8	54,3
Octubre	30,5	26,7	15,1	24,1
Novembre	478,5	21,5	24,0	174,7
Desembre	39,3	26,6	19,5	28,5
Mitjana	83,6	53,4	52,3	63,1

**Font:** Elaboració pròpia

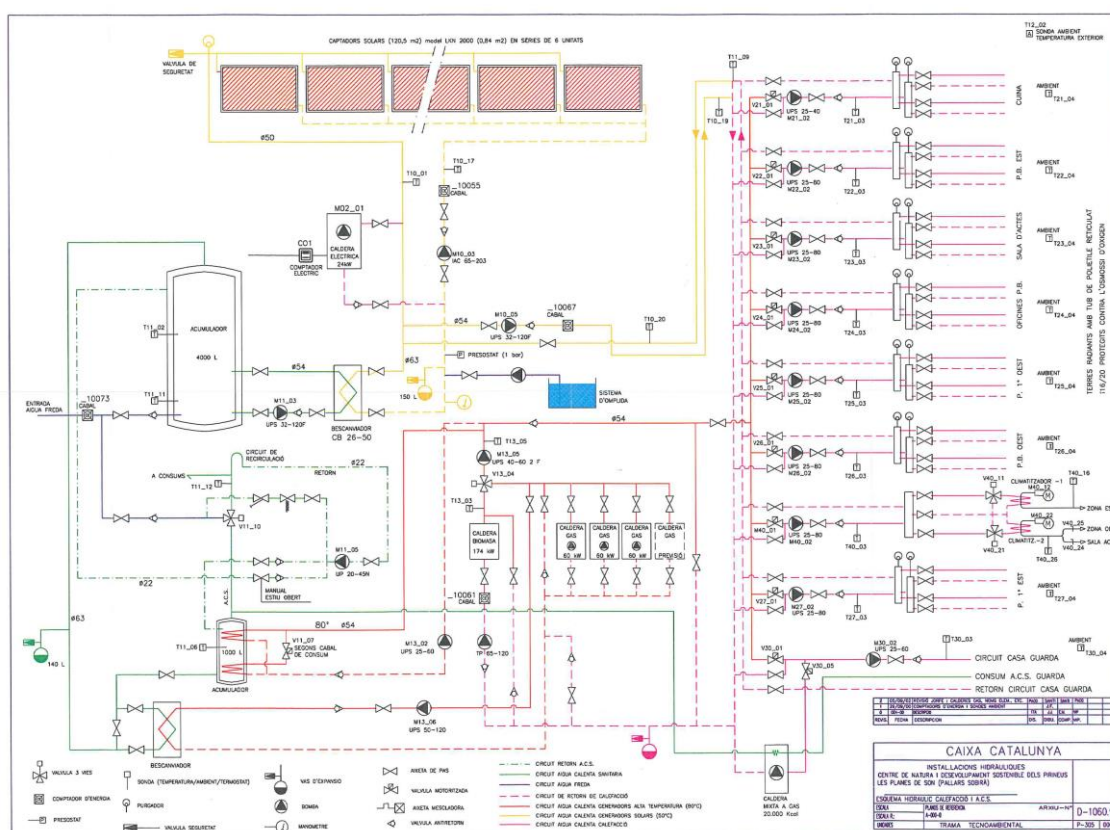
## 5.4 Anàlisi del subsistema tèrmic

En aquest apartat s'analitzarà en profunditat el subsistema tèrmic del centre. Així, s'estudiaran els consums dels diferents combustibles i fonts d'energia tèrmica i se'n farà una estandardització per poder-los comparar amb els altres subsistemes energètics. També es farà un cas pràctic del càlcul de la demanda energètica per Aigua Calenta Sanitària, una estimació del consum per pernoctant, i finalment un càlcul del grau d'autosuficiència del centre en el consum d'aquest tipus d'energia, per tal de poder valorar possibles propostes de millora en aquest subsistema energètic.

### 5.4.1 Perfil de funcionament del subsistema tèrmic

El sistema de calefacció i Aigua Calenta Sanitària (ACS) de l'edifici està compost per tres calderes de propà de 60 kW, una caldera de biomassa de 174 kW i un sistema de mòduls solars tèrmics.

A la figura 5.19 es pot observar l'esquema del circuit de calefacció:



**Figura 5.19:** Esquema del circuit de calefacció del centre

**Font:** Enginyeria del centre



S'hi poden observar les tres calderes de propà, la de biomassa i els captadors solars que connecten amb el sistema d'ACS i de calefacció per terra radiant, a través d'un complex sistema de circuits amb vàlvules, bombes, acumuladors i comptadors.

#### 5.4.2 Anàlisi del subsistema tèrmic. Consums i demanda energètica.

Per analitzar el subsistema tèrmic del centre s'ha tingut en compte les factures de propà, les de pèl·let i la informació proporcionada per la direcció del propi centre. Principalment el consum tèrmic prové de la cuina, la calefacció i de l'aigua calenta sanitària (ACS).

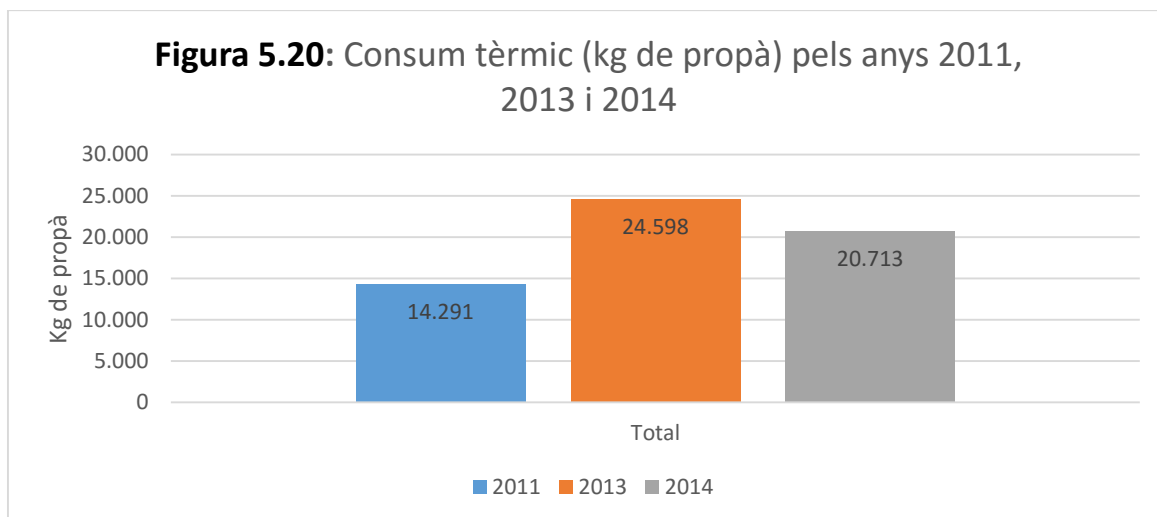
A continuació es descriuen les dades de consum tèrmic pel propà, la biomassa i els captadors solars tèrmics de MónNatura, així com la demanda energètica que representa el consum de cada combustible, per poder expressar-ho tot en les mateixes unitats. En aquest cas s'expressarà en kWh per assimilar la demanda d'energia tèrmica a l'elèctrica.

Com es pot observar a la taula 5.30, pel gas propà, els consums totals anuals segons les factures subministrades pel centre són:

Taula 5.30: Consums anuals de gas propà (kg)				
Any	2011	2013	2014	Promig
Total	14.291	24.598	20.713	19.867,3

Font: Factures del centre

Com s'expressa en la figura 5.20, els consums anuals de propà per part del centre dels últims anys són els següents:



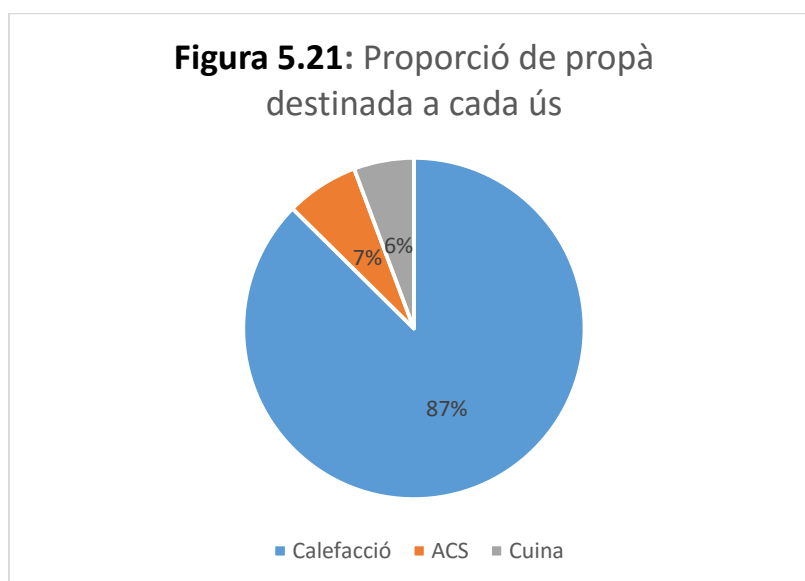
**Font:** Factures del centre

Tal i com s'observa, el consum de propà no segueix una tendència definida i és força irregular.

Aquest gas propà es destina a satisfer la demanda de la cuina, la de calefacció i un 61% de la demanda d'ACS (l'altra part de la demanda d'ACS la satisfà el sistema solar tèrmic).

Segons dades proporcionades pel propi centre, aproximadament un 5,7% del gas propà és destinat a la cuina, un 6,9% per cobrir el 61% d'ACS, i la resta es destina per satisfer les demandes de calefacció, que representa un 87% de la demanda de propà.

En la figura 5.21 es representen els percentatges d'ús del propà:



**Font:** Dades del centre

S'observa que la gran majoria de gas propà que es consumeix es destina a satisfer les demandes de calefacció. En menor mesura, es destina per satisfer part de la demanda d'ACS (61%) i per cuinar.

Per tal de saber la demanda energètica que representa aquest consum de propà, cal convertir els kg de propà a una unitat d'energia mitjançant el seu poder calorífic. Així, tenint en compte que 1 tona de propà equival a 13.385 kWh, l'energia obtinguda del propà que és destinada a cuina, calefacció i ACS es calcula a continuació a la taula 5.31:

**Taula 5.31:** Demanda energètica derivada del consum de propà

ANY	2011			2013			2014			PROMIG		
<i>sistema</i>	Cuina	Calef.	ACS	Cuina	Calef.	ACS	Cuina	Calef.	ACS	Cuina	Calef.	ACS
<i>kg propà</i>	814,6	12.490,3	986,1	1.402,1	21.498,7	1.697,3	1.180,6	18.103,2	1.429,2	1132	17363	1370
<i>kwh equivalents</i>	10.903,3	167.183,1	13.198,7	18.767	287.759,4	22.717,8	15.802,9	242.310,8	19.129,8	15.157	232.417	18.348
<i>demanda total kwh</i>	191.285,1			329.244,2			277.243,5			265.922		

**Font:** Elaboració propia a partir de dades del centre

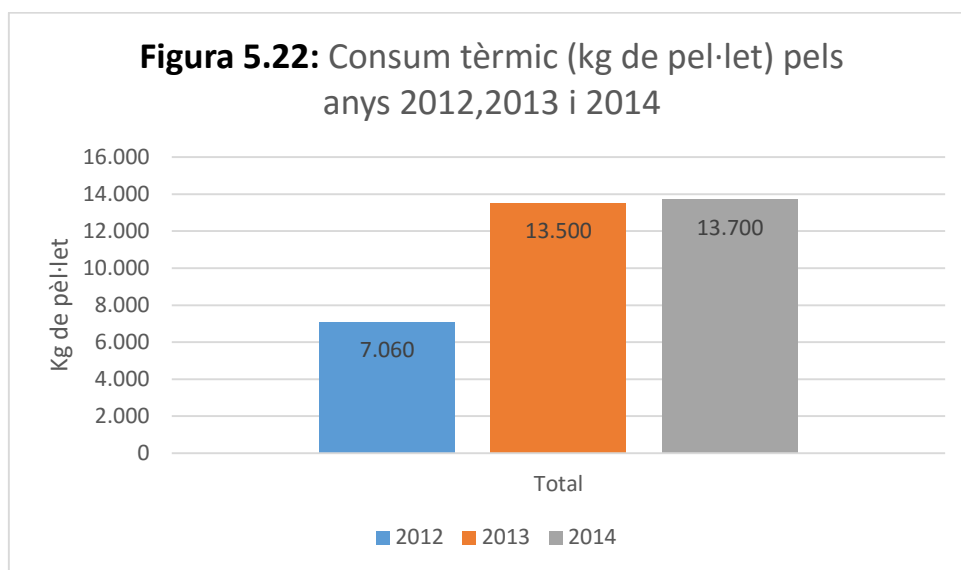
A la taula 5.31 s'observa com el propà satisfà en gran mesura la demanda de calefacció, de l'ordre de 230.000 kWh/any, mentre que per la cuina i l'ACS cobreix entre 15.000 i 20.000 kWh/any en forma d'energia tèrmica.

D'altra banda, com es pot observar en la taula 5.32, els consums totals anuals de pèl·let per alimentar la caldera de biomassa són:

Taula 5.32: Consums anuals de pèl·let (kg)				
Any	2012	2013	2014	Promig
Total	7060	13500	13700	11420

Font: Factures del centre

En la figura 5.22 es pot veure de forma més visual el consum de pèl·let per part del centre dels últims anys:



Font: Factures del centre

Com es pot observar, pel pèl·let sí que hi ha una tendència a l'alça en l'ús d'aquest combustible.

Aquest consum de biomassa es destina a satisfer demanda de calefacció i d'aigua calenta sanitària. No es disposen de dades sobre la proporció en que satisfà cada demanda energètica, ja que el seu funcionament és molt irregular i sovint deixa d'estar operativa.

Tot i així, es pot fer un càlcul de l'energia tèrmica que proporciona en conjunt. Per tant, si el pèl·let té una potència calorífica de 5,23 kWh/kg, l'energia obtinguda d'aquest que és destinada a calefacció i ACS es calcula en la taula 5.33 que es representa a continuació:

**Taula 5.33:** Demanda energètica derivada del consum de pèl·let

<b>ANY</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>PROMIG</b>
<b>Sistema</b>	Calef. i ACS	Calef. i ACS	Calef. i ACS	Calef. i ACS
<b>Kg pèl·let</b>	7.060	13.500	13.700	11.420
<b>kWh equivalents</b>	36.923,8	70.605	71.651	59.727

**Font:** Elaboració pròpia

A la taula 5.33 s'hi pot apreciar com el pèl·let satisfà una demanda tèrmica per la calefacció i l'ACS de l'ordre de uns 60.000 kWh/any aproximadament. És força menor de la que satisfà en conjunt el consum de gas propà.

Pel que fa al sistema de captadors solar tèrmics, aquests generen l'energia equivalent a un 39% de la demanda d'ACS, segons dades proporcionades pel centre.

Així, si el gas propà cobreix un 61% de la demanda d'ACS, per una simple regla de tres el sistema de captadors solar tèrmics genera per cada any la següent demanda energètica d'ACS, representada a la taula 5.34:

**Taula 5.34:** Demanda energètica derivada del sistema solar tèrmic

<b>ANY</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>PROMIG</b>
<b><i>Demanda kWh</i></b>	8438,513	14524,5	12230,53	11730,69

**Font:** Elaboració pròpia

Com s'aprecia a la taula 5.34, aquest sistema de captació solar satisfà de l'ordre de 11.700 kWh/any de la demanda energètica d'ACS. És molt menor en proporció a les demandes tèrmiques cobertes pel propà i la biomassa.

## Càlcul de la demanda d'Aigua Calenta Sanitària (ACS)

Convé analitzar més a fons el sistema de generació d'ACS, ja que és alimentat en bona part per un sistema de mòduls solars tèrmics integrats a la façana principal de l'edifici (Figura 5.23), que sumat a l'energia provinent del propà, satisfà la demanda total energètica d'ACS del centre.



**Figura 5.23:** mòduls solars tèrmics de la façana  
**Font:** MónNatura Pirineus

Tenint en compte que un 61% de la demanda energètica d'ACS prové del propà, podem calcular la demanda energètica total d'ACS per cada any. Segons els valors calculats abans, la demanda energètica d'ACS és de 21.637,18 kWh pel 2011, 37.242,34 kWh el 2013, i 31.360,39 kWh pel 2014.

Per poder comparar la demanda energètica d'ACS teòrica calculada anteriorment amb el seu valor real, s'aplicarà un mètode de càlcul d'aquesta demanda, tenint en compte la ocupació del centre.

Per tal de calcular la demanda energètica per satisfer la demanda d'ACS cal tenir en compte el nivell d'ocupació, així com un valor de referència del consum d'ACS per persona. Aquest valor de referència és de 40 litres d'ACS a 60° C per llit i dia en un campus com el de MónNatura Pirineus.

Es farà el càlcul en base a les mitjanes d'ocupació de cada mes pels anys 2010, 2011, 2012, 2013 i 2014, exposades a la taula 5.35:

**Taula 5.35:** ocupació mitjana mensual pel període 2010-2014

MES	OCUPACIÓ MITJANA 2010-2014 (%)
<b>Gener</b>	10,54
<b>Febrer</b>	16,77
<b>Març</b>	31,15
<b>Abril</b>	24,47
<b>Maig</b>	29,77
<b>Juny</b>	42,46
<b>Juliol</b>	66,2
<b>Agost</b>	41,43
<b>Setembre</b>	13,74
<b>Octubre</b>	23,5
<b>Novembre</b>	13,48
<b>Desembre</b>	21,32

**Font:** Informació del propi centre

El mètode de càlcul per calcular la demanda energètica d'ACS és el següent:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot \rho_a \cdot c_p \cdot (T_{US} - T_{XARXA})$$

On:

$D_{ACS}$  : demanda d'ACS en MJ. 1 MJ = 0,28 kWh

$V_{ACS}$  : consum d'ACS en m<sup>3</sup>/dia

$\rho_a$  : densitat de l'aigua en kg/m<sup>3</sup>. És de 1000 kg/m<sup>3</sup>.

$c_p$  : calor específica de l'aigua en J/kg · °C. És 4,187 kJ/kg · °C.

$T_{US}$  : temperatura de consum de l'ACS en °C. Considerem que és de 60° C.

$T_{XARXA}$  : temperatura de l'aigua de la xarxa general en °C

Les dades de temperatura de l'aigua de la xarxa només estan mesurades per les capitals més importants del país, així que s'han fet servir les de la ciutat de Lleida, que és la ciutat més propera al campus de la qual hi ha dades. Malgrat això, la variació d'aquestes temperatures és molt petita entre ciutats, i tampoc fa variar significativament el resultat del càlcul. Aquestes temperatures (en °C) estan representades a la taula 5.36:

**Taula 5.36:** Temperatures de l'aigua de la xarxa a Lleida (°C)

MES	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Tª (Cº)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5

Font: web de l'IDAE

Així, tal com es pot veure a la taula 5.37, les demandes energètiques d'ACS per cada mes són les següents:

**Taula 5.37:** Demanda energètica de l'ACS mensual

	GEN ER	FEBRE R	MARÇ	ABRI L	MAIG	JUNY	JULIO L	AGOS T	SETEMB RE	OCTUB RE	NOVEMB RE	DESEMB RE
Nivell d'ocupa ció (%)	10,5 4	16,77	31,15	24,4 7	29,77	42,46	66,2	41,43	13,74	23,5	13,48	21,32
Demand a diària (m³)	0,39 6	0,698	1,171	0,95 1	1,119	1,649	2,489	1,557	0,534	0,884	0,524	0,802
Demand a mensual (m³)	12,2 85	19,54 7	36,30 8	28,5 22	34,7	49,49 1	77,16 2	48,29	16,015	27,391	15,712	24,85
Demand a energèti ca (kWh)	792, 13	1237, 47	2213, 43	1671 ,9	1993, 36	2785, 02	4251, 69	2717, 43	919,99	1605,6	957,84	1602,32

Font: [www.e-archivo.uc3m.es](http://www.e-archivo.uc3m.es)



Per tant, la demanda anual d'energia per ACS és de 22748,23 kWh. S'observa que és molt similar als valors teòrics calculats anteriorment per cada any.

### Consums tèrmics anuals per pernoctant

Per tal d'estimar el consum d'energia tèrmica per pernoctant del centre, primer cal sumar les demandes energètiques derivades del consum de propà, de pèl·let i de la generació del sistema de captació solar, per tal de calcular la energia tèrmica total que es genera cada any, com es pot veure a la taula 5.38:

<b>Taula 5.38: consum tèrmic total a mónnatura pirineus</b>					
<b>Any</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Promig</b>
kWh propà	191.285,10	-	329.244,20	277.243,50	265.922
kWh pèl·let	-	36.923,80	70.605	71.651	59.727
kWh solar tèrmica	8438,513	-	14524,5	12230,53	11730,69
<b>Total (kWh)</b>	<b>199.723,60</b>	<b>36.923,80</b>	<b>414.373,70</b>	<b>361.125</b>	<b>337.379,70</b>

**Font:** Elaboració pròpia

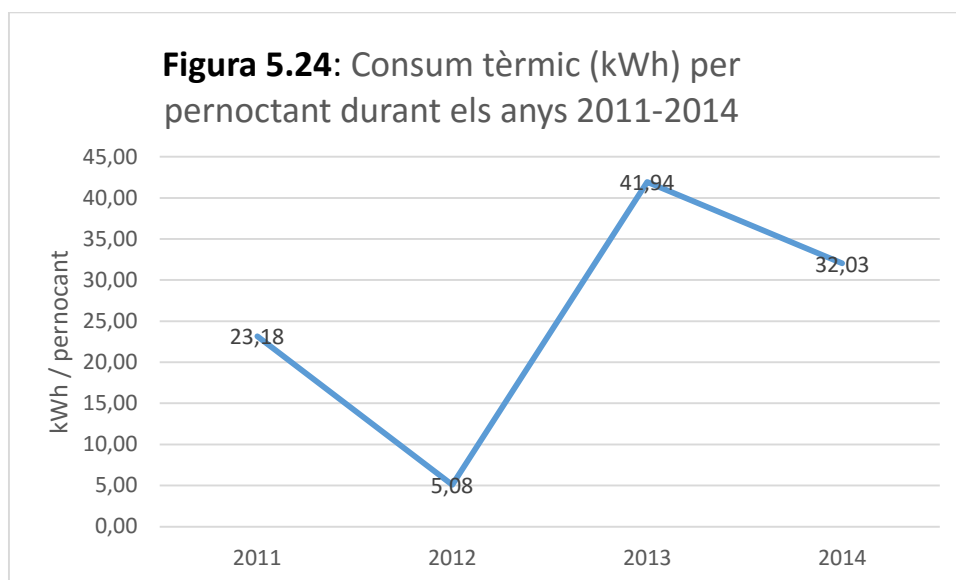
Per calcular el consum tèrmic per pernoctant s'ha dividit la demanda total d'energia tèrmica anual pel nombre de pernoctants, com s'observa a la taula 5.39:

**Taula 5.39: Consum tèrmic a mónnatura pirineus per pernoctant**

<b>Any</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Promig</b>
<b>Nº pernoctants</b>	8.618,0	7.266,0	9.880,0	11.275,0	9.259,8
<b>kWh/pernoctant</b>	23,18	5,08	41,94	32,03	25,56

**Font:** Elaboració pròpia

A continuació s'expressa en forma de gràfic, a la figura 5.24:



**Font:** Elaboració pròpia

Com es pot apreciar, la relació kWh d'energia tèrmica/pernoctant dels anys 2011 i 2012 dona valors molt petits, ja que falten algunes dades de consums i que no permeten obtenir valors fiables. Tot i així, pels anys 2013 i 2014 sí que es disposa de tota la informació, i es pot observar com hi ha un pic l'any 2013, amb un consum d'uns 42 kWh per pernoctant, mentre que el 2014 baixa lleugerament, fins a 32 kWh per pernoctant.

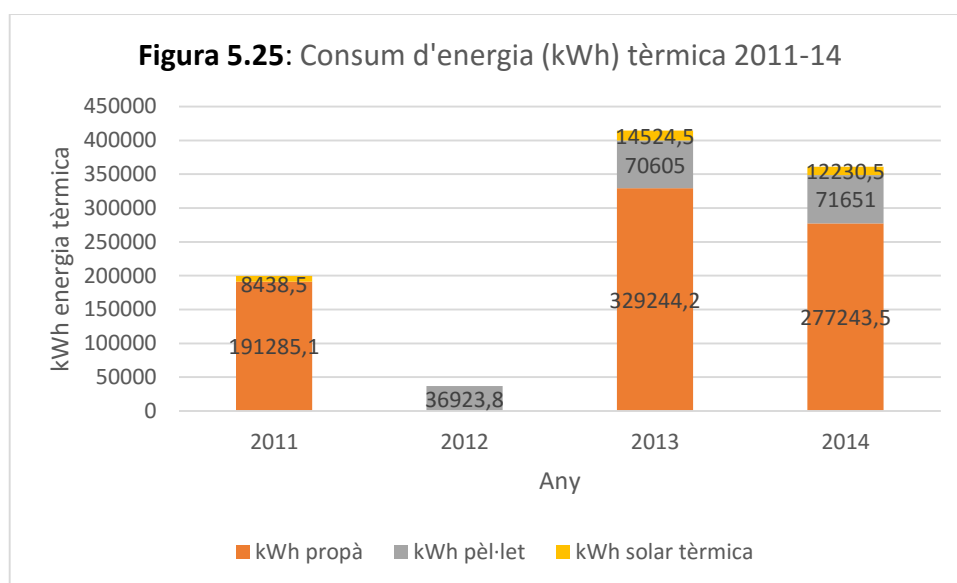
Si comparem aquests consums tèrmics per pernoctant amb els dels hotels de la província d'Alacant<sup>28</sup>, que són de l'ordre de 11 kWh/pernoctant/any, observem que per MónNatura són de l'ordre del doble o el triple. Sembla lògic si pensem que Alacant és una província costanera i MónNatura està ubicada a l'Alt Pirineu.

<sup>28</sup> *Indicadores energéticos de los hoteles de la provincia de Alicante*. Agencia provincial de la energía de Alicante.

## Grau d'autosuficiència en el consum d'energia tèrmica

A continuació es calcula el percentatge d'energia tèrmica que es genera a partir de fonts renovables, és a dir quina part de la demanda tèrmica prové de la caldera de biomassa i del sistema de captació solar tèrmica, en comparació amb la que prové del consum de gas propà.

El següent gràfic (Figura 5.25) expressa aquest percentatge pels anys estudiats anteriorment:



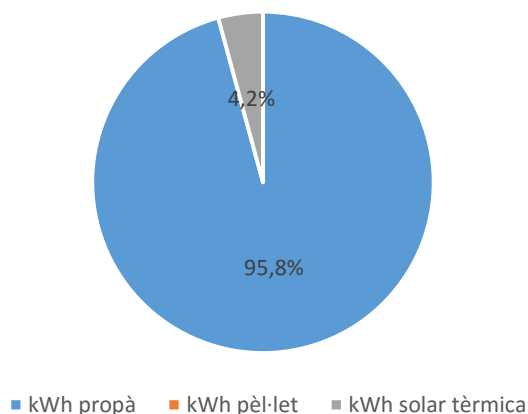
**Font:** Elaboració pròpia

Com es pot observar, la gran majoria del consum d'energia tèrmica prové del consum de gas propà, el consum de biomassa representa una proporció molt menor del consum d'energia tèrmica i la solar tèrmica és gairebé testimonial.

Convé destacar que pels anys 2011 i 2012 no es disposa de dades suficients, per tant són més representatius els valors observats pels anys 2013 i 2014.

A continuació es procedeix a observar el grau d'autosuficiència per cada un dels anys estudiats en forma de gràfics:

**Figura 5.26:** Grau d'autosuficiència pel consum tèrmic 2011



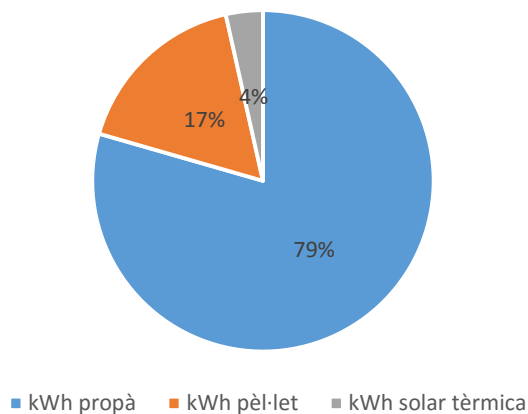
**Font:** Elaboració pròpia

En la figura 5.26 es pot veure que el 2011 la gran majoria del consum tèrmic va provenir del consum de propà de les calderes, mentre que el consum generat pel sistema solar tèrmic només va representar un 4,2%. Del consum de pèl·let no es disposa de dades, potser perquè aquell any no se'n va consumir gens.

Com s'ha comentat anteriorment, de l'any 2012 no es disposa de dades suficients. Concretament per aquest any el centre només disposa de dades sobre el consum de pèl·let a les calderes de biomassa, no del consum de propà ni de la generació solar tèrmica.

Per tant aquest any no és gaire representatiu del grau d'autosuficiència pel consum tèrmic.

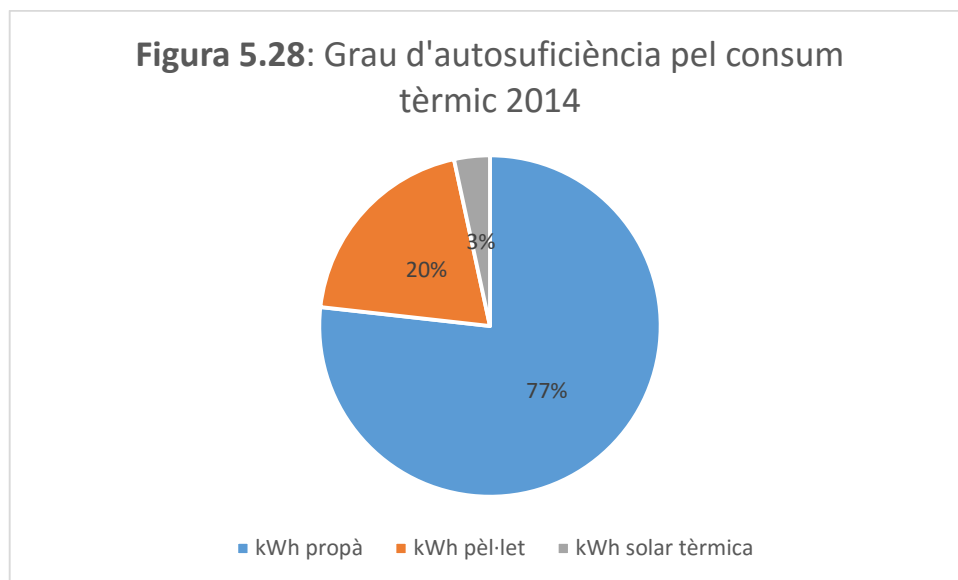
**Figura 5.27:** Grau d'autosuficiència pel consum tèrmic 2013



**Font:** Elaboració pròpia

Per l'any 2013 ja es poden observar dades més representatives. Com es pot veure en la figura 5.27, la majoria de consum tèrmic va venir del consum de gas propà. El percentatge que correspon a les fonts renovables (biomassa i solar tèrmica) representa un 21% en conjunt.

Aquest any només una cinquena part del consum tèrmic va ser produït amb fonts renovables.



**Font:** Elaboració pròpia

L'any 2014 segueix en la línia del 2013. Com s'observa en la figura 5.28, el consum de propà representa la majoria de generació d'energia tèrmica. Tot i així la generació amb fonts renovables ha augmentat un lleuger 2%.

Aquest any un 23% de la generació d'energia tèrmica va ser procedent de fonts renovables.

## 5.5 Anàlisi del subsistema hídric

El centre s'abasteix plenament de la Riera del Tinter per tant presenta total autosuficiència respecte aquest recurs. L'aigua que utilitza es potabilitzada mitjançant un sistema de depuració ultraviolat.

Un sistema de tractament d'aigües residuals es l'encarregat de separar els residus i la matèria orgànica de l'aigua emprada que finalment serà abocada a la riera altre cop tancant d'aquesta manera el cicle. Esmentar també, que la matèria orgànica resultant es utilitzada per al compostatge.

El sistema de tractament d'aigües es desenvolupa en dos processos diferenciats:

- 1) L'aigua residual arriba a la planta mitjançant una canonada directa. El residu entra al devastador de greixos on mitjançant un vis sense fi s'extreu el residu sòlid. Gràcies a un desgreixador, s'extreuen els greixos de l'aigua resultant.
- 2) Mitjançant un reactor biològic aeròbic es duu a terme el tractament biològic i finalment es filtra per tal d'obtenir aigua neta i depurada que serà abocada a la llera pública.

### Inventari equips hídrics per equipaments

A continuació s'inventariarà els equips hídrics per cada espai del campus; en aquest cas, no s'ha calculat el consum hídric diari per cadascun dels equipaments, ja que s'ha valorat que fer una estimació d'aquest tipus és força subjectiva i podia mancar de rigor.

Per fer el càlcul dels cabals dels elements hídrics s'ha seguit el mètode d'observació, emprant una ampolla d'aigua de 1,5L i cronometrant quant de temps es triga en omplir-la amb el màxim cabal disponible per equip. En el cas dels WC, el cabal s'ha determinat mitjançant el catàleg del mateix equip que ens proporcionà l'equip de MónNatura.

Taula 5.40: Inventari hídric Observatori astronòmic			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
WC	1	1,2	1,2
Pica	1	0,17	0,17

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.41: Inventari hídric Laboratoris			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Aixeta	1	0,15	0,15

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.42: Inventari hídric Cuina i Magatzems			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Aixeta	7	0,09	0,63
Aixeta hostaleria	2	0,25	0,5

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.43: Inventari hídric del Bar			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Aixeta	1	0,18	0,18

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.44: Inventari hídric Bugaderia			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Aixeta	1	0,24	0,24

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.45: Inventari hídric Sanitaris Comuns i Vestuaris del Personal			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Dutxa	2	0,18	0,36
Aixeta	8	0,17	1,36
Urinaris	3	1,2	3,6
Vàter amb cisterna	8	1,2	9,6
Aixeta de neteja	1	0,18	0,18

Font: Elaboració pròpia

Taula 5.46: Inventari hídric de les Habitacions per a persones amb mobilitat reduïda			
Element	Unitats	Cabal (l/s)	Cabal total (l/s)
Dutxa	1	0,18	0,18
Aixeta	1	0,17	0,17
Vàter amb cisterna	1	1,2	1,2

Font: Elaboració pròpia



<b>Taula 5.47: Inventari hídric de les Habitacions</b>			
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cabal (l/s)</b>	<b>Cabal total (l/s)</b>
Dutxa	1	0,18	0,18
Aixeta	1	0,17	0,17
Vàter amb cisterna	1	1,2	1,2

**Font:** Elaboració pròpia

<b>Taula 5.48: Inventari hídric de l'oficina d'educació ambiental, saleta i sanitari</b>			
<b>Element</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cabal (l/s)</b>	<b>Cabal total (l/s)</b>
Vàter amb cisterna	3	1,2	3,6
Pica	2	0,17	0,34

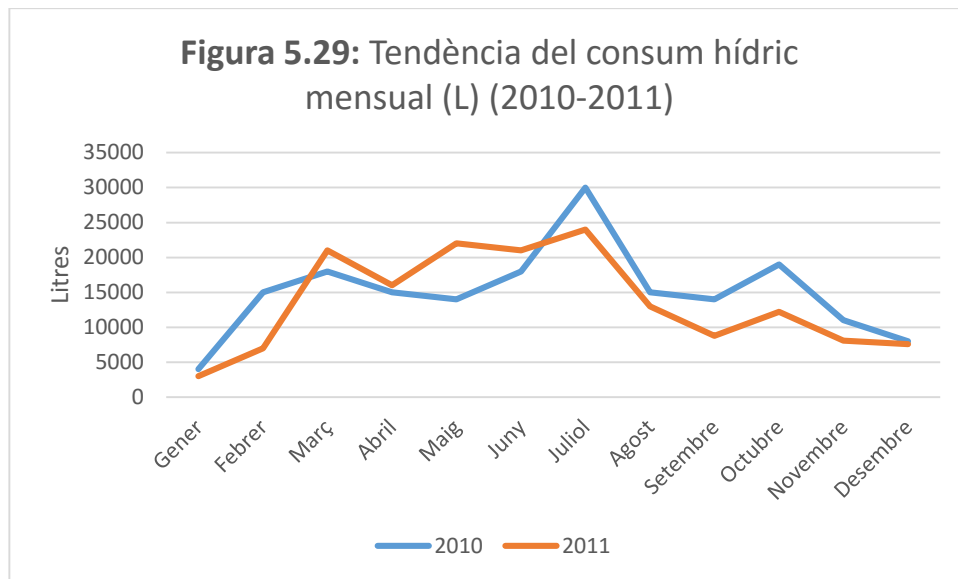
**Font:** Elaboració pròpia

### Consums hídrics de MónNatura Pirineus

En les següents figures es detalla el consum hídric total en litres dels anys dels quals es disposa de dades, 2010 i 2011. També es tabulen els consums relacionats amb les pernoctacions i finalment es fa una mitjana per als dos anys. Tots els valors tabulats a continuació inclouen tant el consum d'aigua potable com de la no potable.

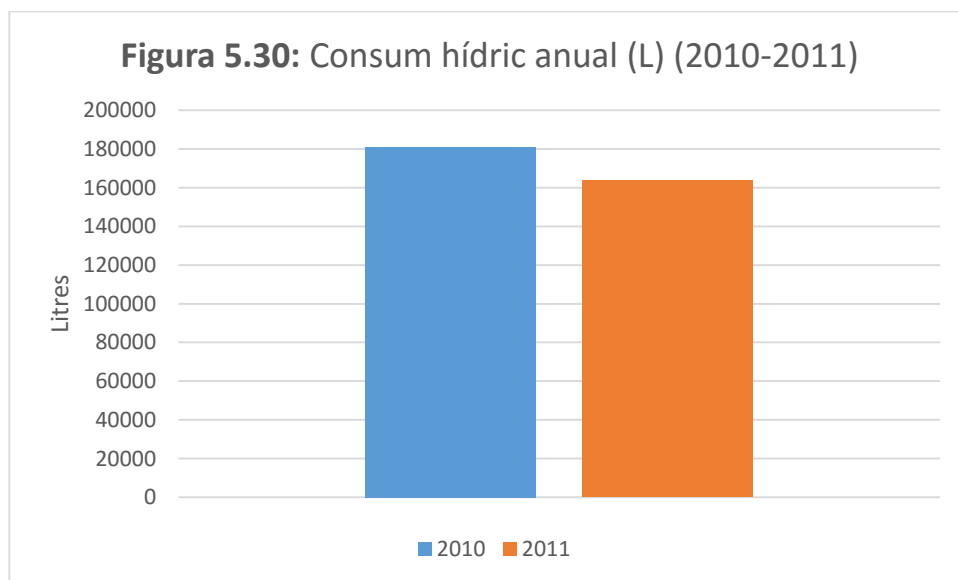
#### Consums hídrics anuals en litres

Com es veu a la figura 5.29 els consums hídrics dels dos anys han anat força acompanyats, assolint els seus punts màxims durant els mesos de juny i juliol en els quals s'assoleix la màxima ocupació. Les diferències més significatives les trobem al llarg del segon trimestre de l'any 2011 en el qual el consum és força més elevat que per al 2010, i al mateix temps, durant els últims quatre mesos de l'any 2011, on es consumeix força menor que per a l'any 2010. Aquestes diferències estan en qualsevol cas molt relacionades amb l'ocupació del centre per aquests períodes.



**Font:** Elaboració pròpia

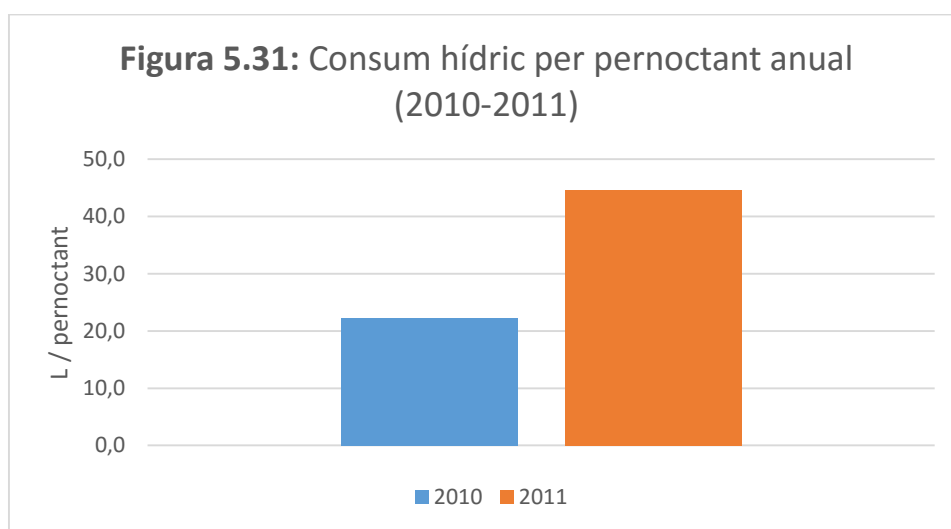
A la figura 5.30 s'ha comptabilitzat el còmput de consum total per als dos anys; com veiem, a l'any 2010 es consumeixen 17.300 L més que a l'any 2011, diferència que relacionem per les 10.599 pernoctacions que van haver-hi l'any 2010 front les 8.529 per a l'any 2011.



**Font:** Elaboració pròpia

## Consums hídrics anuals per pernoctant

A la figura 5.31 es pot observar una variació significativa entre el consum hídric per pernoctant entre els dos anys, aquesta diferència es deu a que tot i que el consum hídric a l'any 2011 hagi estat menor, el nombre de pernoctants com ja s'ha puntualitzat abans ha sigut significativament menor que a l'any 2010.



Font: Elaboració pròpia

La mitjana de consum hídric per pernoctant per aquests dos anys és de 33,4 L mensuals, una xifra espectacularment significativa tenint en compte que un hotel de tres o quatre estrelles amb mesures d'eficiència i racionalització del consum d'aigua pot assolir un consum d'entre 200 i 250 L per pernoctació<sup>29</sup>.

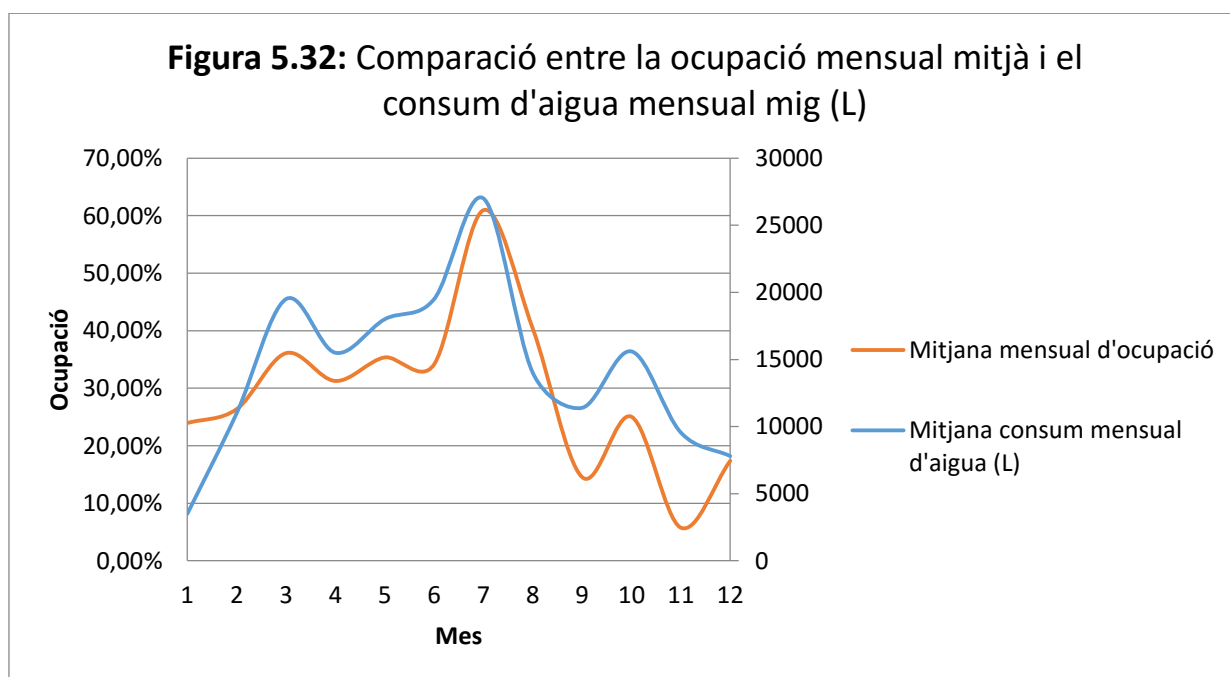
<sup>29</sup> *Guia d'hotels més sostenibles*. Barcelona pel Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona

<b>Taula 5.49: Consums hídrics per pernoctant mensuals i anuals (L)</b>			
<b>Any/Mes</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Mitjana</b>
Gener	62,5	71,4	67,0
Febrer	23,9	7,7	15,8
Març	14,8	23,7	19,3
Abril	15,2	19,1	17,2
Maig	13,3	21,8	17,6
Juny	20,5	17,9	19,2
Juliol	16,5	13,9	15,2
Agost	10,0	14,9	12,5
Setembre	22,6	40,7	31,7
Octubre	19,9	24,1	22,0
Novembre	35,0	261,3	148,2
Desembre	13,2	18,7	15,9
Mitjana	22,3	44,6	33,4

**Font:** Elaboració pròpia

### Consum hídric mensual mitjà

A continuació es presenta la variació del consum d'aigua segons la ocupació del centre:



**Font:** Elaboració pròpia

Veiem que tenen una concordança bastant alta, fet que indica que el centre està fent una bona gestió d'aquest recurs. El centre rep la seva màxima afluència els mesos d'estiu en els qual els consums es disparen i als altres dos trimestres el consum disminueix notablement sobretot en els mesos d'hivern.

S'ha estimat el consum anual mig per a una ocupació del 30% de 172 m<sup>3</sup> i mensual de 14 m<sup>3</sup>.

<b>Taula 5.50: Mitjana consum hídric mensual (L)</b>	
Gener	3500
Febrer	11000
Març	19500
Abril	15500
Maig	18000
Juny	19500
Juliol	27000
Agost	14000
Setembre	11400
Octubre	15600
Novembre	9550
Desembre	7800
Mitjana	14362,5

**Font:** Elaboració pròpia

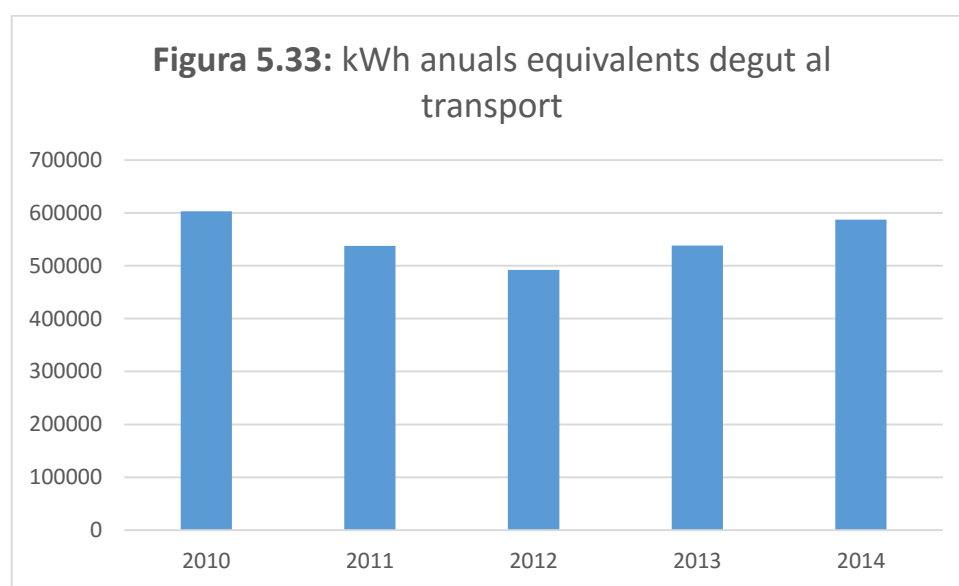
## 5.6 Consum energètic de MónNatura Pirineus

En aquest apartat s'ha fet el còmput global de kWh corresponents al subsistema elèctric, tèrmic i al transport. Als apartats de diagnosi s'explica la metodologia que s'ha fet servir per calcular els dos primers; presentem a continuació la metodologia i els resultats del transport:

### 5.6.1 Consum energètic degut al transport

S'ha calculat el consum energètic degut al desplaçament dels visitants del centre en kWh en base a dades de la Direcció General de Tràfic:

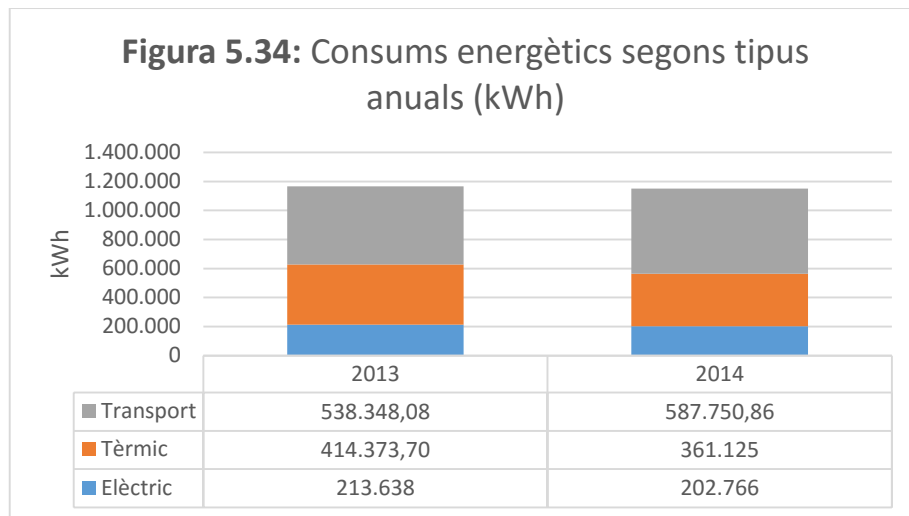
Segons informes de la DGT: 9,98 kWh/l de gasoil consumit.



**Font:** Elaboració pròpia

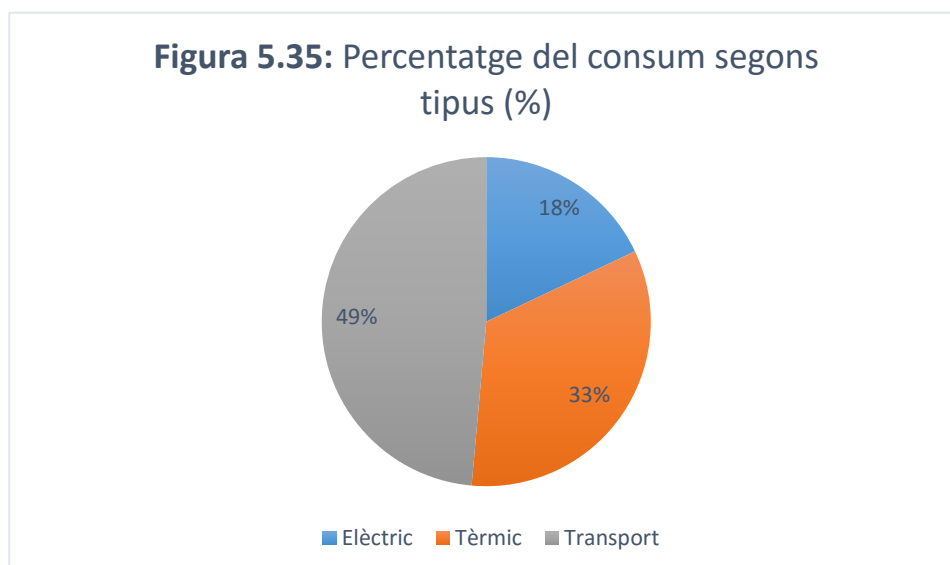
Es mostra una tendència idèntica al nombre de visitants anuals, ja que aquesta variable en depèn totalment. La mitjana anual es d'uns 550.000 kWh.

## 5.6.2 Consum energètic total

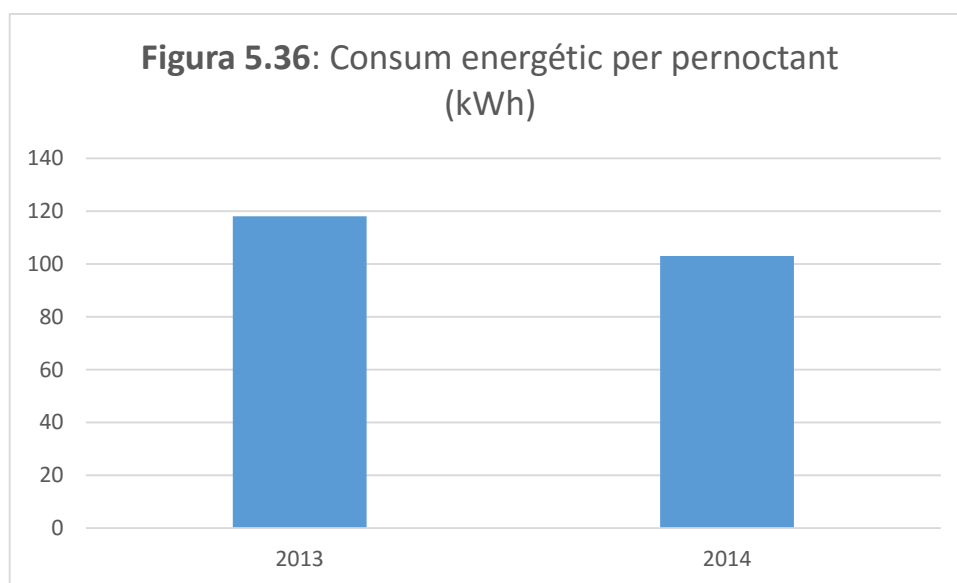


**Font:** Elaboració pròpia

Com veiem el centre consumeix 1.200.000 kWh hora anuals aproximadament. D'aquest consum pràcticament la meitat prové del transport al campus seguit del consum de la calefacció i l'ACS (tèrmic). Es pot apreciar una petita disminució del consum respecte el 2013 tot i que no es significativa. A continuació es mostren les dades per pernactant.



**Font:** Elaboració pròpia



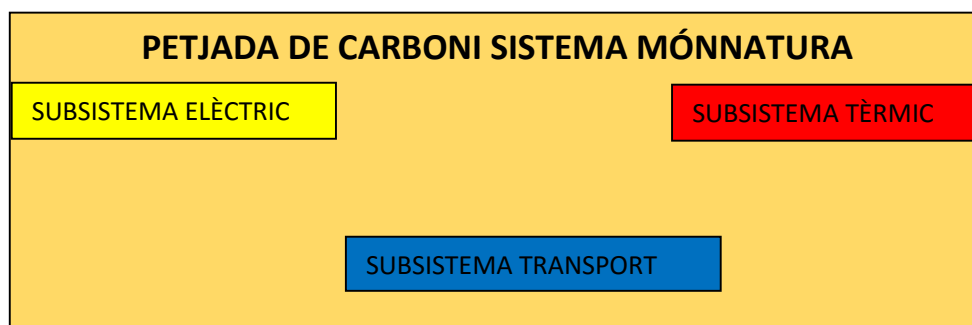
**Font:** Elaboració pròpia

L'aportació al consum per pernoctant es aproximadament 110 kWh i en gran part per el cost energètic d'arribar al campus. Si en fixem en els indicadors que ofereix la guia d'hotels més sostenibles de l'Ajuntament de Barcelona veurem que es considera dins uns límits acceptables un consum (sense contar el transport) de 58 kWh per pernoctant que s'aproxima molt al de MónNatura 55 kWh



## 5.7 Petjada de Carboni de MónNatura Pirineus

Per tal de trobar la petjada global del sistema, hem calculat les emissions per cada subsistema com mostra el següent diagrama. Per fer això, s'han calculat les tones de carboni equivalent mitjançant els factors de conversió corresponents per cadascun dels anys i subsistemes.



**Diagrama:** Sistema MónNatura i subsistemes

**Font:** Elaboració pròpia

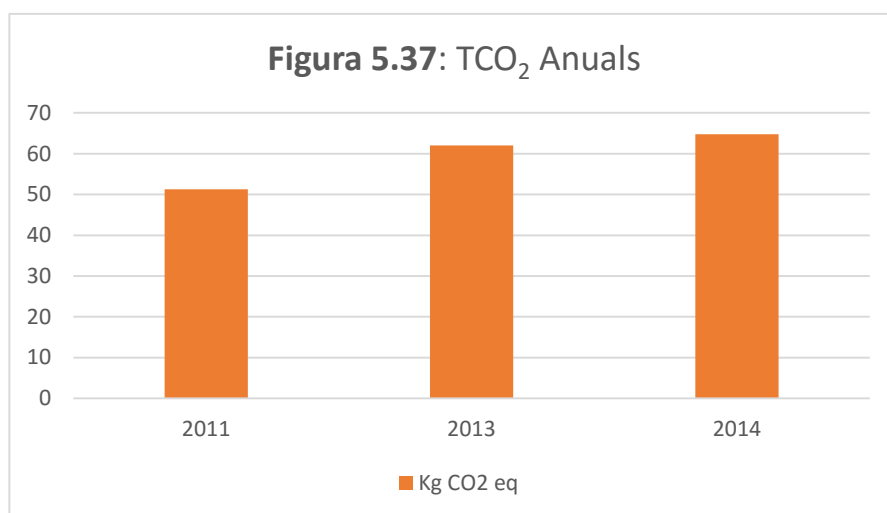
### 5.7.1 Petjada de carboni del subsistema elèctric

S'han calculat les Tones de CO<sub>2</sub> per any, cal esmentar que no disposem de dades del 2012. A partir del mix elèctric de cada any hem trobat les TCO<sub>2</sub> eq.

	2011	2013	2014
<b>KgCO<sub>2</sub></b>	0,267	0,29040259	0,31942789
<b>eq/KWh</b>			

**Taula 5.51:** Kg de CO<sub>2</sub> eq per KWh anual

**Font:** Tutors TFG



**Font:** Elaboració pròpia

### 5.7.2 Petjada de carboni del subsistema tèrmic

Per veure quina petjada de carboni suposa el consum tèrmic, es faran els kg de CO<sub>2</sub> equivalents a la combustió de cada un d'ells.

Per la biomassa el factor d'emissió de carboni és zero, ja que es considera que el CO<sub>2</sub> emès en la seva combustió l'ha absorbit prèviament de l'atmosfera.

Pel sistema de captació solar tèrmic també es considera que el factor d'emissió de carboni és zero.

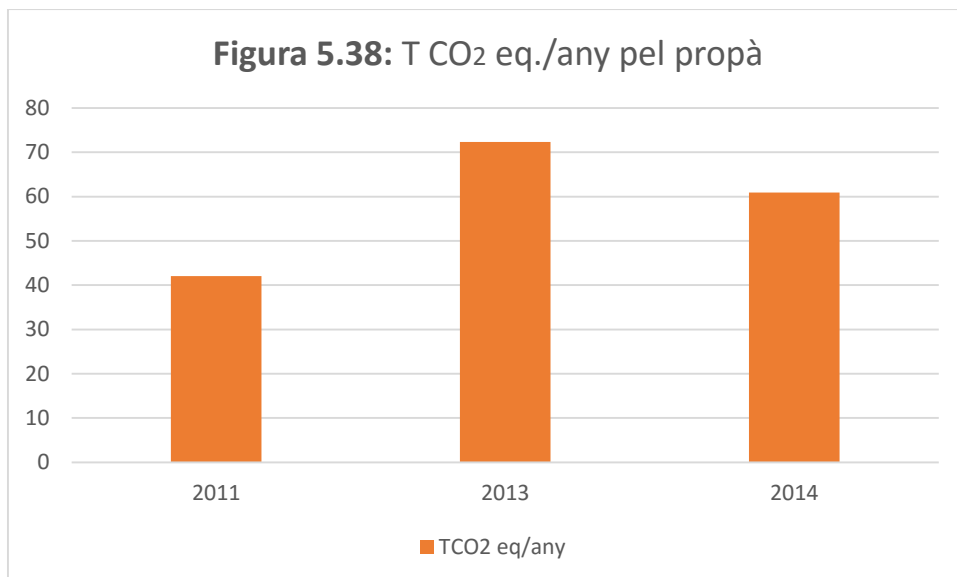
Així, si el carboni equivalent pel propà és de 2,94 kg CO<sub>2</sub>/kg propà, tenim que per cada any el carboni emès pel propà és:

ANY	2011	2013	2014
<b>Kg propà</b>	14.291	24.598	20.713
<b>T CO<sub>2</sub> eq.</b>	42,02	72,32	60,9

**Taula 5.52:** tones de CO<sub>2</sub> equivalent pel propà

**Font:** Elaboració pròpia

Representat en forma de gràfic, la petjada de carboni que representa el consum de propà anualment és la següent:



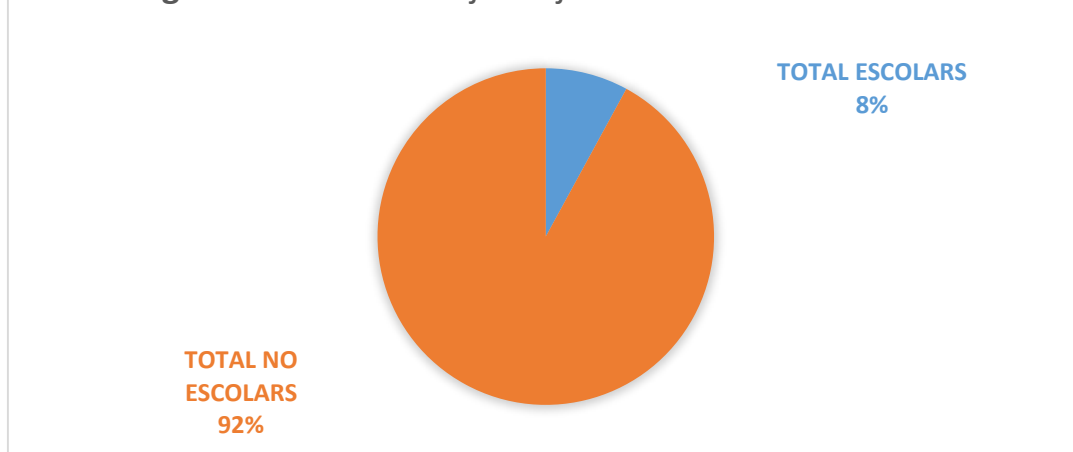
**Font:** Elaboració pròpia

S'hi pot observar que la petjada de carboni va tenir un pic l'any 2013, pel consum més elevat de propà aquell any, mentre que el 2011 va ser sensiblement menor. El 2014 va experimentar una lleugera davallada, la qual cosa pot ser deguda a la lleugera transició cap a fonts d'energia tèrmica renovables respecte de l'any anterior.

### 5.7.3 Petjada de carboni del transport

Per tal de quantificar les emissions de CO<sub>2</sub> degudes al transport hem separat els visitants del centre MónNatura en dos sistemes; els escolars que utilitzaran transports d'alta ocupació (35 autocars/any), i els no escolars que utilitzaran vehicles privats (4700 automòbils/any). A continuació podem apreciar el pes del grup dels no escolars respecte els escolars. Els visitants totals de la sèrie 2010-2014 són 93046.

**Figura 5.39:** Percentatge mitjà de escolars i no escolars

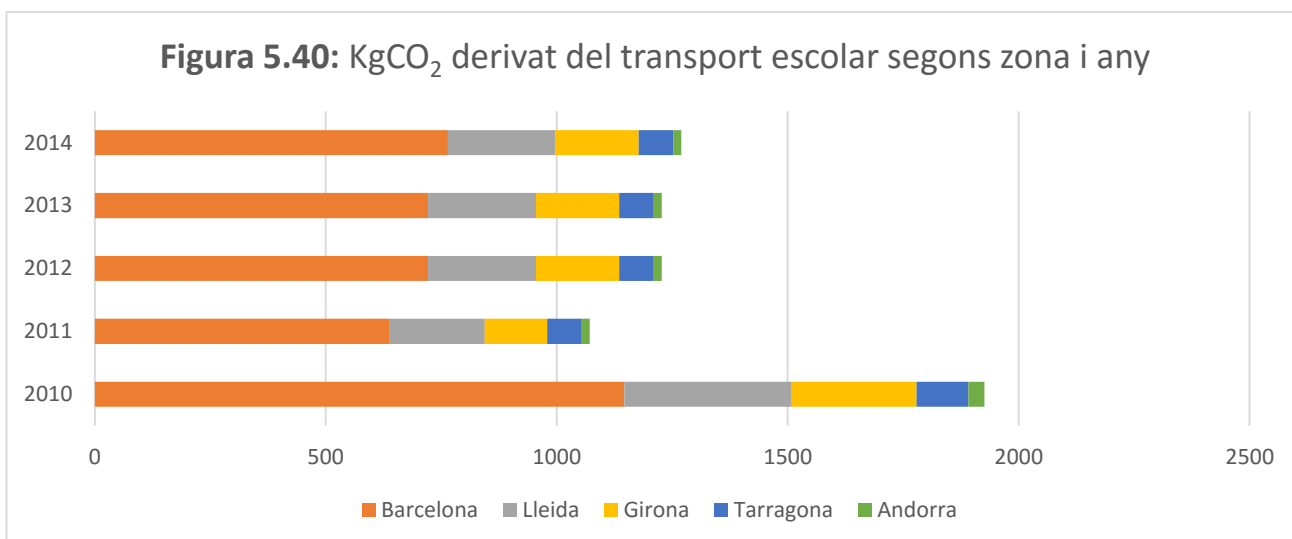


**Font:** Elaboració pròpia

### Petjada de carboni deguda als visitants escolars

En aquest apartat calcularem la petjada de CO<sub>2</sub> deguda als escolars. Per tal d'aproximar-la hem suposat un autocar escolar *IVECO MARGELYS* amb unes emissions de 2,4 kgCO<sub>2</sub>/L. Per la sèrie

**Figura 5.40:** KgCO<sub>2</sub> derivat del transport escolar segons zona i any



**Font:** Elaboració pròpia

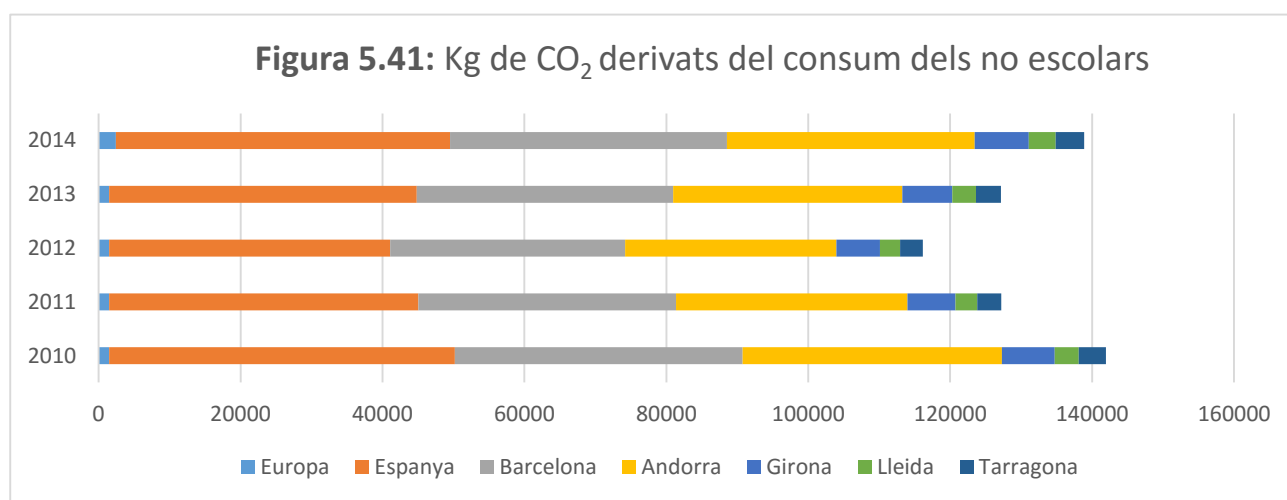
## Petjada de carboni deguda als visitants no escolars

S'han calculat les emissions degudes al transport dels no escolars suposant un 65% de vehicles gasoil i un 35% de cotxes gasolina a Espanya segons la DGT. Els models emprats són:

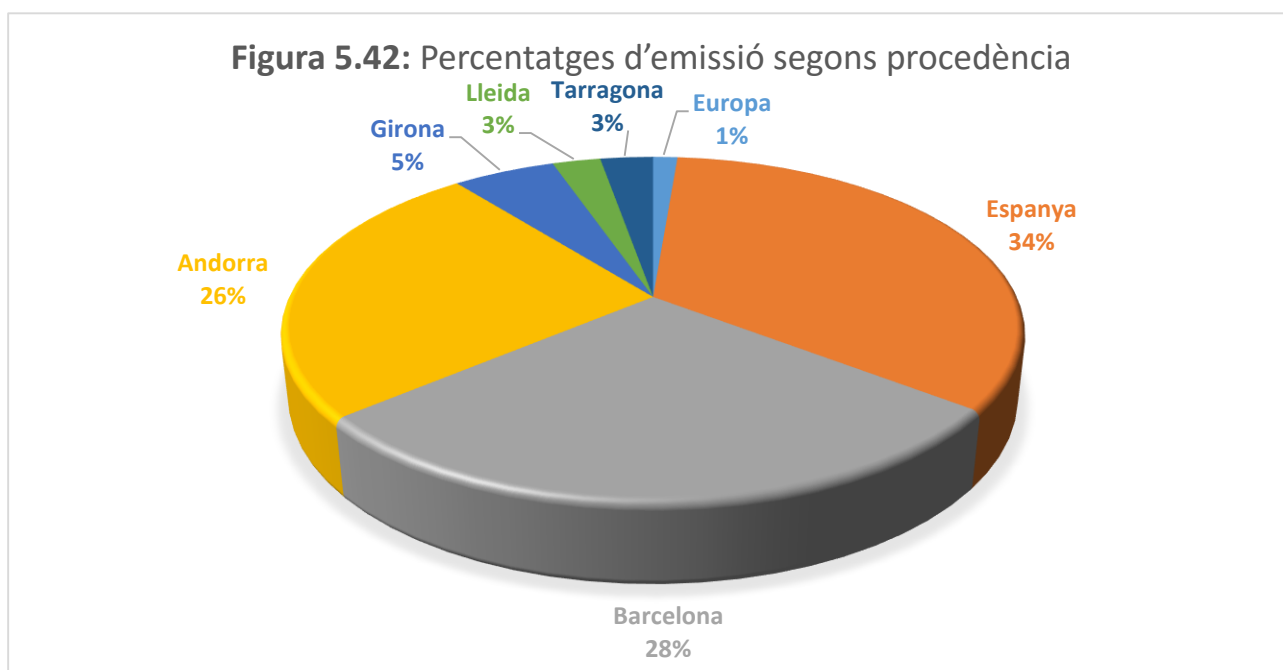
-SEAT LEON TFSI MAN. 6V 280CV gasolina amb unes emissions de 114 gCO<sub>2</sub>/km

-RENAULT MEGANE BERLINA 5P 1.5 DCI 110CV gasoil amb unes emissions de 154 gCO<sub>2</sub>/km

A la gràfica següent mostren els kg de CO<sub>2</sub> anuals segons la procedència del visitant:



Font: Elaboració pròpia

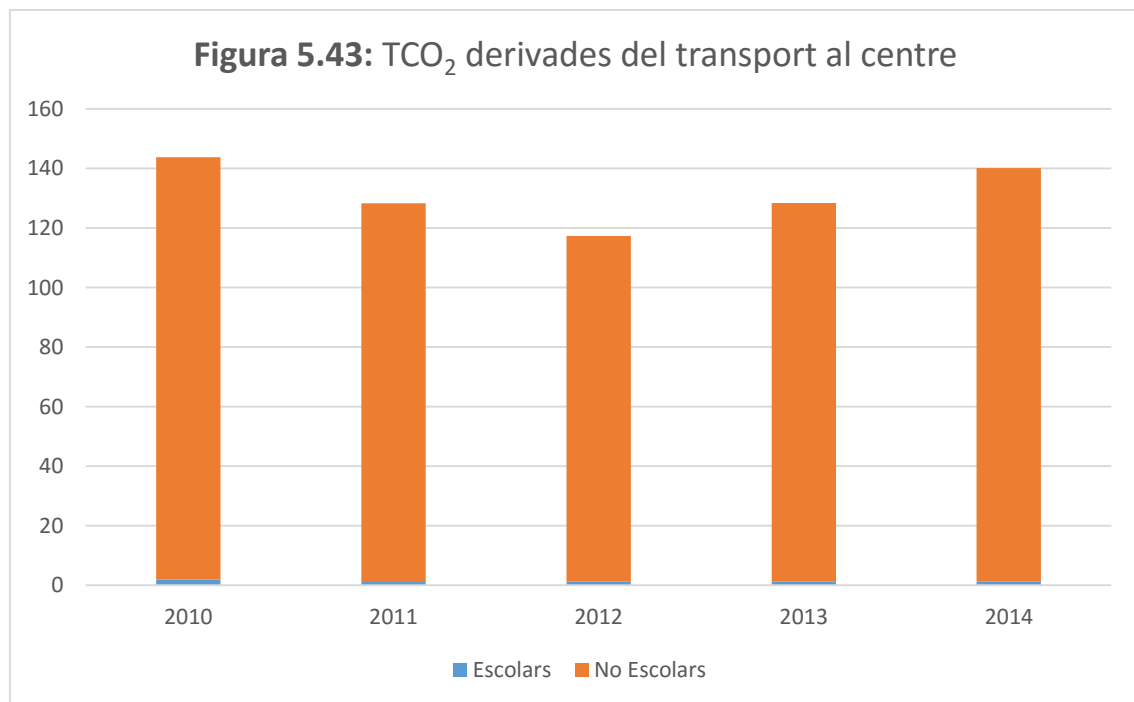


Font: Elaboració pròpia

S'han calculat les emissions totals a la sèrie 2010-2014, 651 TCO<sub>2</sub>, així com la contribució segons l'origen del desplaçament que es mostren a la següent gràfica. Veiem que les majors emissions provenen dels visitants de la Resta d'Espanya ja que els desplaçaments que han de dur a terme són molt més elevats. Els segueixen els visitants de Barcelona amb una contribució del 28% degut al gran nombre d'aquests i d'Andorra amb un 26%. Per tant qualsevol acció dirigida a disminuir les emissions de CO<sub>2</sub> d'aquest col·lectiu seria molt efectiva.

### Petjada de carboni del transport total

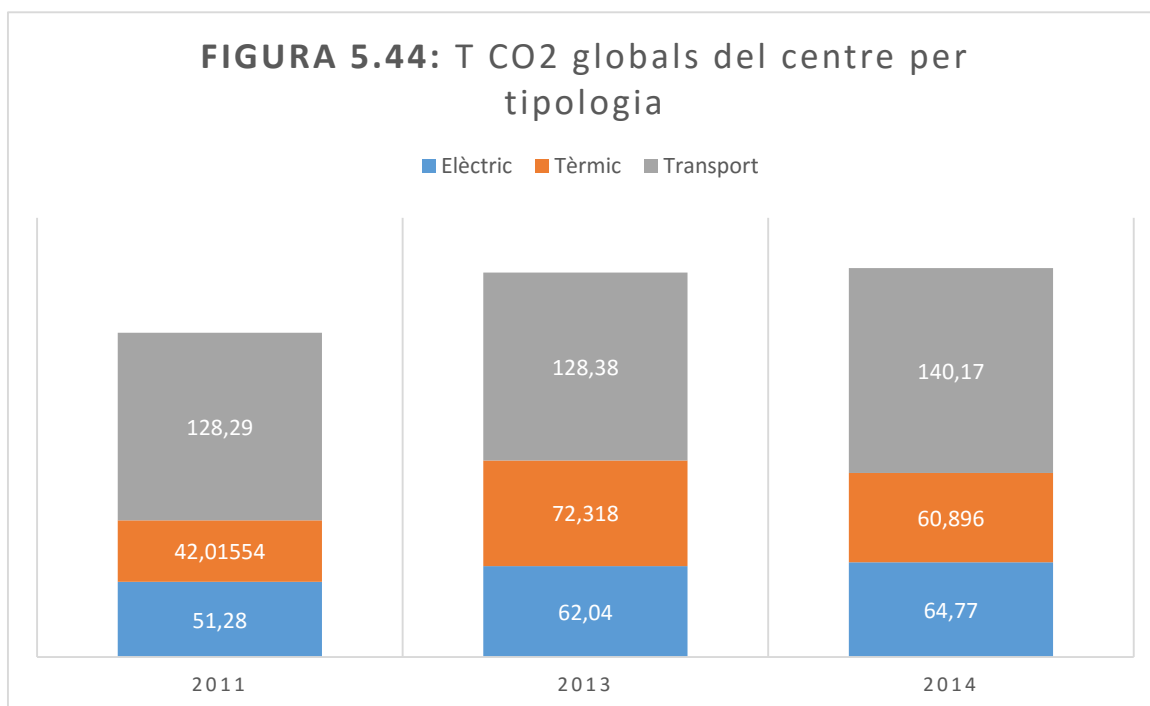
S'ha calculat l'aportació total del transport de la sèrie 2010-2014: 658 TCO<sub>2</sub>.



**Font:** Elaboració pròpia

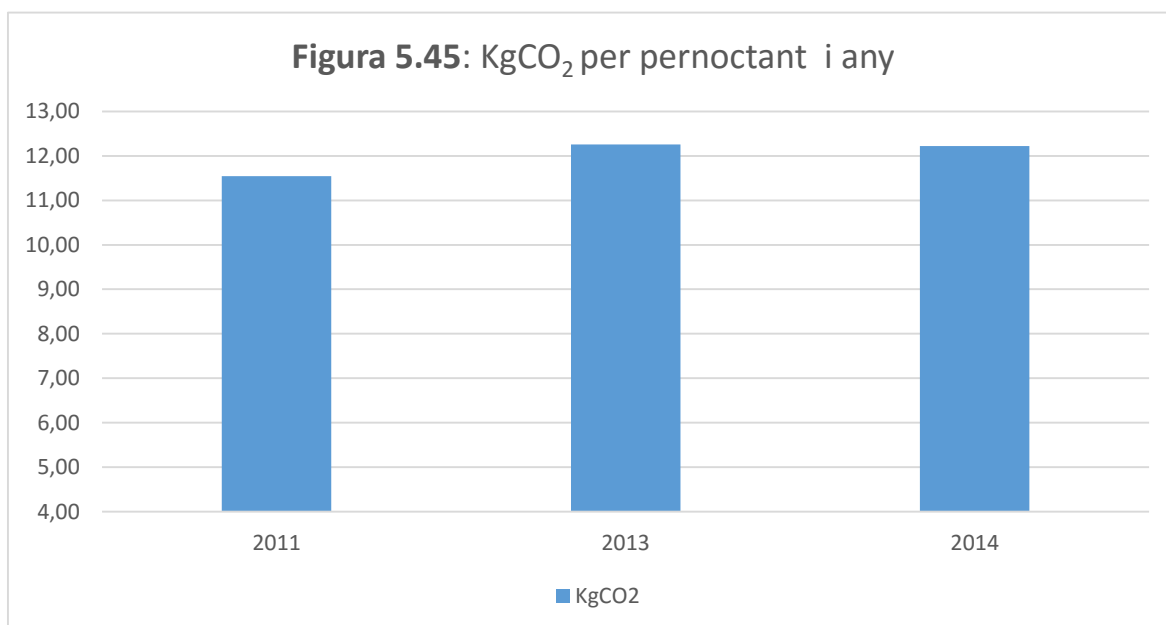
### 5.7.4 Petjada de carboni global

Per calcular la petjada de carboni del sistema global MónNatura Pirineus cal sumar les petjades corresponents als sistemes elèctric, tèrmic i de transport. Això indicarà la quantitat de CO<sub>2</sub> que emet el centre tant directa com indirectament anualment.



### 5.7.5 Petjada de carboni per visitant

Per calcular la petjada de carboni derivada de cada visitant del centre s'ha dividit la petjada de carboni total anual entre el nombre total de visitants anuals.



**Font:** Elaboració pròpia

S'estima que la petjada mitja de carboni es aproximadament de 11 kgCO<sub>2</sub> per pernoctant i any. Comparant-la amb altres hotels (13,8 kgCO<sub>2</sub>/pernoctant<sup>30</sup>) veurem que presenta una petjada menor a la resta.

---

<sup>30</sup> Huella ecológica por clientes. Hoteles Fuerte.



# CAPÍTOL VI:

# CONCLUSIONS

Després d'haver analitzat amb profunditat els diversos fluxos físics, energètics i hídrics del campus, així com els seus impactes, farem les observacions que creiem més importants relacionades amb les dades que ens han semblat més destacables. Aquestes observacions les realitzem en vista a fer un conjunt de propostes de millora que sense dubte conduiran cap a una millora de les condicions de caire ambiental i econòmic del campus.

Organitzarem les observacions extretes segons si fan referència als fluxos físics ,energètics: subsistema elèctric i tèrmic i finalment als fluxos hídrics. Seguidament farem una valoració orientada en una visió més global de la petjada de CO<sub>2</sub>.

#### Fluxos físics: usuaris

Com hem vist, el centre dona servei a una tipologia molt variada d'usuaris que aquí hem simplificat en pernoctant i no pernoctant escolar i no escolar. S'ha vist que el centre rep anualment uns 1600 visitants.

Els pernoctants en suposen el 65% i no pernoctants un 35%. Els escolars en suposen un 9% i els no escolars un 91%. Podem afirmar que el col·lectiu de visitants més gran es el de pernoctants no escolars amb un 60% .

A la part de procedència dels visitants veiem que un 75% provenen de Barcelona, el 20% de la resta de Catalunya i el 10% de la resta d'Espanya i països d'Europa.

Com a conclusió final, creiem que MónNatura Pirineus està en part sobredimensionat, ja que per tots els serveis que ofereix i els equipaments dels que disposa presenta uns baixos nivells d'ocupació anuals del 30%.

#### Fluxos energètics

El centre consumeix uns 1.200.000 kWh equivalents a l'any. D'aquest valor un 50% prové del transport dels visitants al centre, un 33% del sistema tèrmic i el 17% restant prové del consum d'electricitat.

#### Subsistema elèctric

Després d'analitzar les dades obtingudes de les factures proporcionades per l'equip de MónNatura, així com de la nostra pròpia observació *in-situ* dels equipaments del centre hem aproximat un consum anual elèctric mig de 200 kWh dels quals un 98% son aportats per la xarxa elèctrica local i el 2% restant per les plaques fotovoltaïques . Valorem que el centre hauria d'aplicar mesures d'autosuficiència energètica per aquest subsistema.

Per altra banda, ens ha sobtat que el consum elèctric fos durant el mes de gener molt similar a altres mesos de l'any malgrat no haver-hi ocupació per romandre tancat als visitants. Aquesta anomalia pot ser deguda en part a les tasques de manteniment i treball administratiu que realitza el personal del centre malgrat que entenem que segueix sent força elevada pel fet de no tenir usuaris.

Hem detectat un elevat consum elèctric per part que engloba la zona de restauració, que volta gairebé el 75% del consum elèctric total del centre. Una altra zona crítica del subsistema es la part d'Enllumenat que oscil·la el 20%.

#### Subsistema tèrmic

Pel que fa al subsistema tèrmic, hem observat que el subministrament per els equips tèrmics ve de forma gairebé íntegra pel consum de gas propà (78%) i, en una part molt menor, per el consum de biomassa (18%) i pel sistema de captació solar tèrmica (4%). Valorem que un 22% de generació d'energia tèrmica per part de fonts renovables es tracta d'un valor baix que fàcilment es podria augmentar.

#### Fluxos hídrics

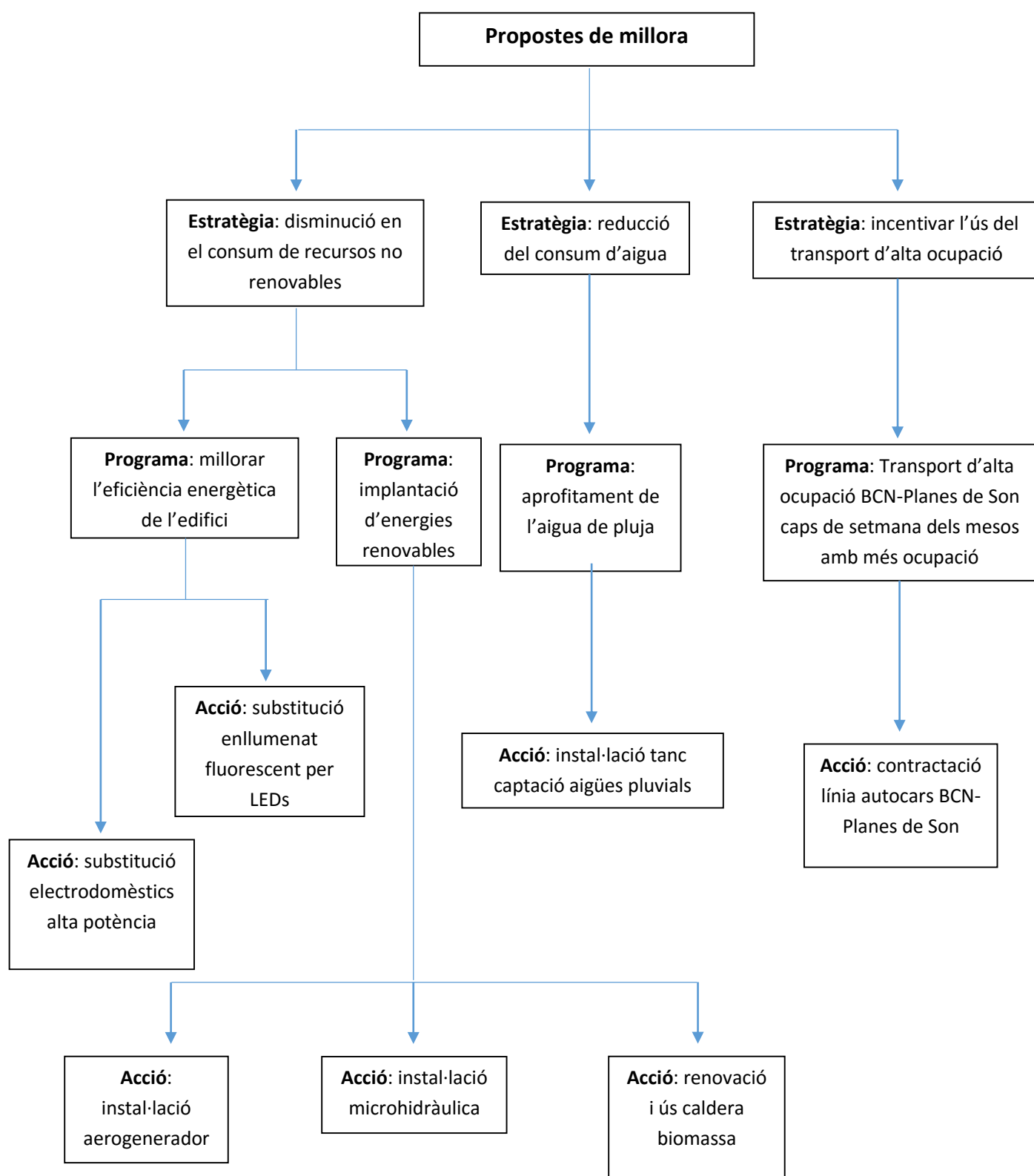
Seguint en el nostre anàlisi de fluxos, hem constatat diverses anomalies en el sistema hídric; no ens ha semblat coherent que el consum hídric anual mig del campus: 170.000 L ja que es tracta de valors molt baixos respecte al nombre de pernoctants: 33 L/pernoctant. Aquest valor dista molt respecte altres centres turístics amb valors de 200 L/pernoctant. Creiem que això pot esser degut a una mala comptabilització dels litres d'aigua a les dades tractades. D'altra banda, el centre paga un cànon trimestral a l'ACA de 290.000 L trimestrals; un volum hídric molt més elevat del que consumeix realment 45.000 L trimestrals.

#### Emissions de CO<sub>2</sub> totals

Les emissions anuals del centre oscil·len les 200 TCO<sub>2</sub>. Del valor un 53% prové del transport dels visitants, un 24 % del sistema elèctric i 23% del tèrmic. Per tan veiem que els transport es l'acció més nociva. En referència al transport, hem constatat que genera un elevat nombre d'emissions de CO<sub>2</sub> a causa de la destacada afluència de visitants procedents de Barcelona que produeixen un 30% d'aquestes emissions.

# CAPÍTOL VII: PROPOSTES DE MILLORA

Les propostes de millora s'han estructurat de la manera següent (figura 7.1):



**Figura 7.1:** Diagrama propostes de millora

**Font:** Elaboració pròpia

## 7.1 Estratègia: Disminució del consum de recursos no renovables

### Programa 7.1.1. Eficiència energètica de l'edifici

Pla d'acció		1.1.1 Substitució d'electrodomèstics zona restauració	
Aplicació	Prioritat	Termini	
	Mitjana	Mitjà	
Objectiu	Reduir el consum energètic dels electrodomèstics d'alta potència		
Justificació	El centre té un consum elèctric elevat		
Descripció	Substitució dels electrodomèstics de baixa eficiència per uns de d'alta eficiència		
Accions	Acció	Unitats	Pressupost
	Campana extractora	3	2.073 €
	Rentavaixelles	1	1.990 €
	Frigorífic	3	2.100 €
	Forn industrial	1	3.480 €
	Gelera	1	527 €
	Total	-	10.170 €
Estalvi en el consum	Acció		Estalvi kWh/any
	Campana extractora		6.985
	Rentavaixelles		1.809
	Frigorífic		4.824
	Forn industrial		7.370
	Gelera		3.049
	Total		24.037
Millora ambiental	Acció		Estalvi T CO <sub>2</sub> /any
	Campana extractora		2,23
	Rentavaixelles		0,58
	Frigorífic		1,54
	Forn industrial		2,35
	Gelera		0,97
	Total		7,67
Avaluació econòmica	Estalvi econòmic anual del consum		3.606 €
	Període amortització		3    anys

\*El preu del kWh és 0,15€ aproximadament. Es considera el mix elèctric de l'any 2014: 0,31942789 kg CO<sub>2</sub> eq./kWh

Pla d'acció		1.1.2 Substitució d'enllumenat fluorescent per LEDs	
Aplicació	Prioritat	Termini	
	Mitjana	Mitjà	
Objectiu	Reduir el consum elèctric del sistema d'il·luminació del campus		
Justificació	El principal avantatge de la tecnologia LED és l'estalvi energètic, amb la meitat de potència un tub LED emet la mateixa energia lumínica que un fluorescent		
Descripció	Reduir el consum energètic de l'enllumenat substituint els fluorescents per llums LEDs		
Accions	Acció	Unitats	Pressupost
	LED 10W	124	1.166 €
	LED 18W	465	5.580 €
	LED 23W	2	38 €
	Total	-	6.784 €
Estalvi en el consum	Acció		Estalvi kWh/any
	Substitució fluorescents de 9W,11W i 18W per LED 10W		837.5
	Substitució fluorescents de 26W, 28W i 36W per LED 18W		10261
	Substitució fluorescents de 55W per LED 23W		335
	Total		11.433,5
Millora ambiental	Acció		Estalvi T CO <sub>2</sub> /any
	Substitució fluorescents per LEDs		3,64
Avaluació econòmica	Estalvi econòmic anual del consum		1.715€
	Període amortització		4    anys

## Programa 7.1.2. Implantació d'energies renovables

Pla d'acció		1.2.1 Instal·lació de sistema de generació eòlica
Aplicació	Prioritat	Termini
	Mitjana	Llarg
Objectiu	Reduir la dependència energètica mitjançant combustibles fòssils, reduint així la petjada de carboni	
Justificació	Planes de Son presenta un alt potencial d'aprofitament de l'energia eòlica	
Descripció	Instal·lació d'aerogenerador TURBEC 100	
Estalvi en el consum energètic anual (kWh/any)	200.000 kWh/any	
Millora ambiental. Estalvi T CO <sub>2</sub> /any	62	
Avaluació econòmica	Cost de la inversió	250.000 €
	Estalvi econòmic anual del consum	30.000 €
	Període amortització	8 anys

\*Càlculs a l'Annex I

Pla d'acció		1.2.2 Construcció d'una central microhidràulica
Aplicació	Prioritat	Termini
	Alta	Mitjà
Objectiu	Utilitzar fonts d'energia renovable per abastir el consum elèctric del campus	
Justificació	L'energia hidràulica és una font d'energia neta. Les condicions físiques i climàtiques de les Planes de Son afavoreixen l'explotació d'aquesta font renovable.	
Descripció	Construcció d'una MCH al riu Cabanyeres per abastir el consum elèctric en la seva totalitat a MónNatura Pirineus.	
Estalvi en el consum	Acció	Estalvi kWh/any
	Construcció Central microhidràulica	200.000
Millora ambiental	Estalvi T CO <sub>2</sub> /any	62
Avaluació econòmica	Estalvi econòmic anual del consum	30.000€
	Període amortització	2 anys

\*Càlculs a l'Annex II



Pla d'acció	1.2.3 Renovació i ús de la caldera de biomassa	
Aplicació	Prioritat	Termini
	Alta	Mitjà
Objectiu	Reduir la dependència del propà per la generació d'energia tèrmica, reduint així la petjada de carboni	
Justificació	L'actual caldera de biomassa té una eficiència i baixa i no s'utilitza suficient	
Descripció	Renovació de l'actual caldera de biomassa per una de 300 kW i augment del consum de pèl·let	
Estalvi en el consum de propà anual (kg propà/any)	20.000 kg propà/any (aprox.)	
Millora ambiental. Estalvi T CO <sub>2</sub> /any	58,8	
Avaluació econòmica	Cost de la inversió caldera	20.000 €
	Cost del consum de pèl·let (60 t/any)	14.121 €/any
	Estalvi econòmic anual del consum de propà	30.000 €/any
	Període amortització	1-2 anys

\*Es considera l'equivalència: 2,94 kg CO<sub>2</sub>/kg propà. Preu del pèl·let: 0,045 €/kWh. Preu del propà: 1,5 €/kg propà

## 7.2 Estratègia: Reducció del consum d'aigua

### Programa 7.2.1. Aprofitament de l'aigua de la pluja

Pla d'acció		2.1.1 Instal·lació d'un tanc de captació d'aigües pluvials	
Aplicació	Prioritat	Termini	
	Mitjana	Mitjà	
Objectiu	Utilitzar fonts d'energia renovable per abastir el consum hídric del campus		
Justificació	La captació de l'aigua de pluja com a estalvi econòmic sobre el cànon de l'aigua. La pluviometria de la zona de les Planes de Son proveeix en un 95% els requeriments hídrics del centre.		
Descripció	Instal·lació d'un tanc de captació d'aigua pluvial de 5 m³		
Estalvi en el consum (m³ aigua)	Acció	Estalvi m³/any	
	Construcció Central microhidràulica	0	
Millora ambiental	Estalvi T CO₂/any	0	
Avaluació econòmica	Cost inversió	1000 €	
	Estalvi econòmic anual del consum	880 €/any	
	Període amortització	1-2 anys	

## 7.3 Estratègia: Incentivar l'ús del transport d'alta ocupació

Programa 7.3.1 Ús de transport d'alta ocupació BCN-Planes de Son durant els caps de setmana dels mesos amb més ocupació del centre

Pla d'acció		3.1.1 Contractació línia autocars BCN-Planes de Son	
Aplicació	Prioritat	Termini	
	Baixa	-	
Objectiu	Reducir les emissions de CO <sub>2</sub> i el consum energètic derivat del transport		
Justificació	L'ús del transport privat particular és molt habitual entre els visitants de Barcelona		
Descripció	Aplicar una línia d'autocars que facin periòdicament el trajecte BCN-Planes de Son		
Estalvi en el consum energètic (kWh/any)	140.000		
Millora ambiental. Estalvi T CO <sub>2</sub> /any	20		
Avaluació econòmica	Cost de la contractació del servei	800 €/trajecte	

**Taula 7.1** : Taula resum dels punts obtinguts en la priorització

Pla d'acció	Estalvi energètic	Període amortització	Total punts	Prioritat
1.1.1. Substitució d'electrodomèstics	1	2	3	Mitjana
1.1.2. Substitució il·luminació	1	2	3	Mitjana
1.2.1. Energia eòlica	3	1	4	Mitjana
1.2.2. Central microhidràulica	3	3	6	Alta
1.2.3. Caldera de biomassa	3	3	6	Alta
2.1.1. Tanc captació	0	3	3	Mitjana
3.1.1. Línia autocars	2	0	2	Baixa

**Font:** elaboració pròpia

# CAPÍTOL VIII: BIBLIOGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ

## Pàgines web d'informació

- *ABC:* [www.abc.es](http://www.abc.es)
- *ADR formación:* [www.adrformacion.com](http://www.adrformacion.com)
- *Agencia Provincial de Energia de Alicante:* [www.alicantenergia.es](http://www.alicantenergia.es)
- *Aiguasol – Consultoria energètica energies renovables:* [aiguasol.coop](http://aiguasol.coop)
- *Arquitectura bioclimàtica:* [Abioclimateatica.blogspot.com](http://Abioclimateatica.blogspot.com)
- *Asociación de productores de energías renovables:* [www.appa.es](http://www.appa.es)
- *AUS Agrupació d'Arquitectura i Sostenibilitat del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya:*  
[www.coac.net](http://www.coac.net)
- *Catalunya.com:* [www.catalunya.com](http://www.catalunya.com)
- *Centro de Referencia Nacional en Energías Renovables y Eficiencia Energetica:*  
[www.cenifer.com](http://www.cenifer.com)
- *Daunis-vendrell:* [www.daunis-vendrell.es](http://www.daunis-vendrell.es)
- *El blog sobre energia renovables:* [erenovable.com](http://erenovable.com)
- *El Periódico:* [www.elperiodico.com](http://www.elperiodico.com)
- *Endesa:* [www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- *Energías-renovables.com:* [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)
- *Enginesa:* [www.enginesa.com](http://www.enginesa.com)
- *Ingieria civil i medi ambient:* [www.miliarium.es](http://www.miliarium.es)
- *Escola tècnica superior d'arquitectura del Vallès:* [etsav.upc.edu/ca](http://etsav.upc.edu/ca)
- *European Comission:* [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)
- *Fecsa:* [www.fecsa.es](http://www.fecsa.es)
- *Iluminet, revista online de iluminación:* [iluminet.com](http://iluminet.com)
- *Institut Català d'Energia:* [icaen.gencat.cat](http://icaen.gencat.cat)
- *Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía:* [www.idae.es](http://www.idae.es)
- *Interempresas.net:* [www.interempresas.net](http://www.interempresas.net)
- *J2arquitectos:* [www.j2arquitectos.wordpress.com](http://www.j2arquitectos.wordpress.com)
- *Jorfe instal·lacion Lleidas:* [www.jorfe.es](http://www.jorfe.es)
- *Microluz. Soluciones profesionales de iluminacion LED y SSL:* [www.microluz.es](http://www.microluz.es)
- *Pirineo.com:* [www.pirineo.com](http://www.pirineo.com)
- *Revistes catalanes am accés obert:* [www.raco.cat](http://www.raco.cat)
- *Sociedad geològica:* [www.sociedadgeologica.es](http://www.sociedadgeologica.es)
- *SolTermal: Eficiencia y ahorro energético:* [www.soltermal.com](http://www.soltermal.com)

- Soluciones medioambientales: [www.solumm.es](http://www.solumm.es)
- Sostenibilidad para todos: [www.sostenibilidad.com](http://www.sostenibilidad.com)
- Sostenible. Revista de les ciutats i pobles per la sostenibilitat: [www.sostenible.cat](http://www.sostenible.cat)
- Tesis Doctorales en Red: [www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)
- Trama TecnoAmbiental: <http://www.tta.com.es/es/index.php>
- Ultra valls de neu: [www.ultravallsdeneu.com](http://www.ultravallsdeneu.com)
- Unión Española Fotovoltaica: [www.unef.es](http://www.unef.es)

### Llibres:

- RAFAEL SERRA FLORENSA I HELENA COCH ROURA (1995). *Arquitectura y energía natural*
- MARIA LÓPEZ DE ASIAIN ALBERICH (2003). *Estrategias bioclimáticas en la arquitectura*
- BRENDA Y ROBERT VALE (1975). *Tecnología y arquitectura*
- ENRIC AULÍ MELLADO (2010). *Sostenibilidad en centros sanitarios*
- PROFESSORS UNITAT ACONDICIONAMENT I SERVEIS. ETSAB.
- Monografia 5.14 *Análisis del ambiente.*
- Monografia 5.15 *Medios naturales de control ambiental*
- BIOCLIMÁTICO (2000). *Conceptos y técnicas de la arquitectura bioclimática*
- NINOT SUGRAÑES, JOSEP M., BATRIU VILA (2006). *Els sistemes naturals de les Planes de Son i la mata de València*

# CAPÍTOL IX: PRESSUPOST



El pressupost requerit per a l'elaboració d'aquest projecte ha estat:

Costos variables	Tipus	Concepte	Preu unitari	Unitats	Persones	Preu
Humans	Honoraris	Treball de camp	20 €/hora	30	3	1.440 €
		Treball despatx	15 €/hora	400	3	18.000 €
	Desplaçaments	Vehicle privat	0,3 € /Km	650		195 €
	Allotjament	-	20 €/nit	1	3	60 €
	Dietes	-	25 €/dia	1	3	75 €
Materials	Material d'activitat	Material oficina	-	-	-	30 €
		Impressions	0,04 €	500	-	20 €
		Enquadernacions	3 €	2	-	6 €
		CD's	0,30 €	5	-	1,50 €
Total costos variables						19.770 €
Costos fixes 15% de costos variables						2.965,50 €
Total (variables + fixes)						22.735,50 €
IVA 21%						4.774,46 €
TOTAL + IVA						27.509,96 €

# CAPÍTOL X: PETJADA DE CO<sub>2</sub>

Pel que fa al transport s'ha tingut en compte el viatge d'anada i de tornada al centre. A més, també s'han sumat els viatges dins de Barcelona.

Per tal de calcular el consum energètic del transport s'ha tingut en compte l'equivalència següent:

9,98 kWh/L de gasoil consumit

Consum mitjà del cotxe: 7,5 L/100 Km

Pel que fa al consum degut a l'allotjament, s'han fet servir les dades de consums per pernoctant calculades a l'apartat de diagnosi per l'any 2014:

Energia tèrmica: 32,03 kWh/pernoctant

Energia elèctrica: 52,3 kWh/pernoctant

Pel que fa a la realització s'han fet servir tres ordinadors i s'ha consumit energia provinent de la il·luminació.

I finalment, per calcular la petjada de carboni s'han fet servir les mateixes equivalències que a l'apartat de diagnosi:

Electricitat: 0,31943 kg CO<sub>2</sub> eq./kWh.

Energia tèrmica: 2,94 kg CO<sub>2</sub> eq./kg propà. 13.385 kWh/t propà.

Transport (cotxe dièsel): 154 g CO<sub>2</sub> eq./km.

Taula 9.1: Consum energètic i impacte ambiental del projecte (T CO <sub>2</sub> eq.)				
		Consum energètic		Petjada de carboni (kg CO <sub>2</sub> eq.)
		Unitats	kWh	
<b>Transport</b>	1 cotxe	650 Km	486,5	100
<b>Allotjament</b>	E. tèrmica	1 nit i 3 persones	96	21
	E. elèctrica	1 nit i 3 persones	157	50
<b>Realització</b>	Ordinadors	3 PC i unes 200 h d'utilització	50	16
	Il·luminació	200 h	20	6
<b>Total</b>			323	193

**Font:** elaboració pròpia

# CAPÍTOL XI: PROGRAMACIÓ

Programació Projecte Planes de Son																				
Activitat			Mes																	
			Setembre	Octubre					Novembre				Desembre				Gener			
				Setmana																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Elecció del tema del projecte																			
2	Recerca d'informació general																			
3	Definició dels objectius																			
4	Elaboració de l'índex																			
5	Rerca d'informació																			
6	Treball de camp	Elaboració de fitxes																		
		Anàlisi del campus																		
7	Elaboració antecedents																			
8	Inventari	Anàlisi i selecció d'informació																		
		Tractament de les dades																		
9	Diagnosi	Síntesi de dades																		
		Elaboració d'observacions																		
10	Conclusions																			
11	Propostes de millora																			
12	Realització memòria																			
13	Elaboració de la presentació																			
14	Lliurament del document escrit																			
15	Defensa pública																			

# ANNEXOS

## **Annex I: Potencial aprofitament d'energia eòlica**

A continuació es calcula la instal·lació eòlica que seria necessària per cobrir la demanda d'energia elèctrica de MónNatura Pirineus. Per fer-ho, es fan servir les velocitats del vent i les diferents potències que pot assolir un aerogenerador.

S'ha aplicat el mateix mètode per a diferents models d'aerogeneradors i de potències diferents, per tal de trobar el model d'aerogenerador més adient per cobrir les demandes d'energia elèctrica del centre. Finalment s'ha optat per un aerogenerador amb una potència de 100 kW.

Així, el mètode de càlcul per l'aerogenerador "TURBEC 100" es desenvolupa a continuació:

### **Càlcul de la freqüència de les velocitats**

Per tal de poder realitzar una instal·lació fotovoltaica aïllada, és molt important conèixer primer la velocitat mitjana del vent de la zona, així com la freqüència per les diferents velocitats que pot tenir el vent, ja que l'aerogenerador presentarà una potència diferent en funció de quina sigui la velocitat del vent.

A partir de les dades proporcionades per l'estació meteorològica de les Planes de Son, s'ha pogut definir la velocitat mitjana del vent de la zona en 7,5 m/s.

A partir d'aquesta velocitat mitjana, es poden determinar les dades sobre les velocitats del vent en aquella zona, considerant que obeeixen a una distribució de probabilitat de Rayleigh. Aquesta distribució representa la probabilitat de freqüència d'aparició de cada una de les velocitats del vent, en funció de la velocitat mitja que s'ha trobat abans.



Velocitat mitjana (m/s)	Freqüència per a cada velocitat
0	0
1	0
2	0
3	0,083
4	0,0992
5	0,1074
6	0,108
7	0,1023
8	0,0919
9	0,0788
10	0,0645
11	0,0507
12	0,0383
13	0,0278
14	0,0194
15	0,0131
16	0,0085

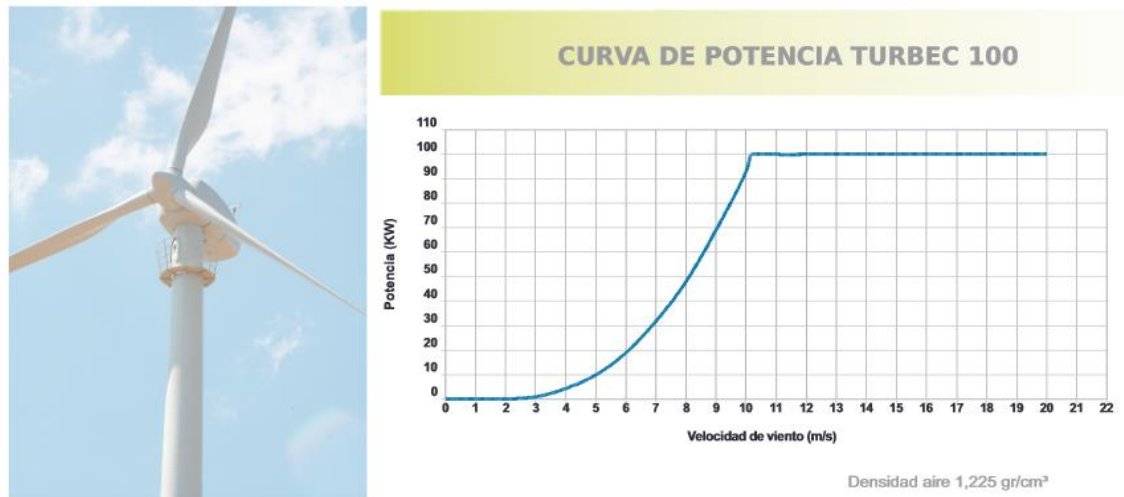
**Taula annex 1:** Freqüència de les diferents velocitat segons distribució de Rayleigh

**Font:** Elaboració pròpia

## Càlcul de la generació d'energia. Corba de potència

Per tal de calcular la producció anual d'energia de l'aerogenerador cal utilitzar la “corba de potència”, que és diferent per cada aerogenerador i dona informació de la potència que assoleix per a cada velocitat del vent.

Així, la corba de potència per l'aerogenerador TURBEC 100 és la següent:



**Figura annex 1:** Corba de potència de l'aerogenerador TURBEC 100

/

**Font:** argolabe.es

s

pot calcular l'energia generada per l'aerogenerador durant un any.

Es farà el càlcul en base a un any, que equival a 8760 hores.

Velocitat mitjana (m/s)	Freqüència per a cada velocitat	Hores/any (Freqüència x 8760 hores de l'any)	Potència de l'aerogenerador (W)	Energia generada (Wh/any)
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0,083	727,08	1500	1090620
4	0,0992	868,99	5000	4344950
5	0,1074	940,82	10000	9408200
6	0,108	946,08	20000	18921600
7	0,1023	896,148	31500	28228662

<b>8</b>	0,0919	805,04	48500	39044440
<b>9</b>	0,0788	690,29	70000	48320300
<b>10</b>	0,0645	565,02	92000	51981840
<b>11</b>	0,0507	444,13	100000	44413000
<b>12</b>	0,0383	335,51	100000	33551000
<b>13</b>	0,0278	243,53	100000	24353000
<b>14</b>	0,0194	169,94	100000	16994000
<b>15</b>	0,0131	114,76	100000	11476000
<b>16</b>	0,0085	74,46	100000	7446000
<b>17</b>	0,0053	46,43	100000	4643000
<b>18</b>	0,0032	28,03	100000	2803000
<b>19</b>	0,0019	16,64	100000	1664000
<b>20</b>	0,0011	9,64	100000	964000
<b>TOTAL</b>				349.647.612

**Taula annex 2:** Energia generada pel molí durant un any (Wh/any)

**Font:** Elaboració pròpia

Segons s'ha calculat, l'energia que es generaria en un any és de 349.647.612 Wh, el que és equivalent a 349,6 MW.

Però per saber la energia real que es generaria cal aplicar les eficiències de les bateries i de l'inversor, les quals es poden estimar en 70% i 90%, respectivament (valors estàndards.)

Així, aplicant aquestes eficiències la generació és de:

$$\text{Energia real} = 349.647,6 \text{ kWh} \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 220.278 \text{ kWh/any}$$

Si la demanda d'energia elèctrica anual de MónNatura és d'uns 200.000 kWh/any de mitjana, aquest aerogenerador seria el més adient per cobrir la demanda total del centre, amb un marge pels mesos on la demanda energètica sigui major de l'habitual.

### Càlcul del cost de la instal·lació eòlica i amortització

Com que el cost de la inversió és de 250.000 € aproximadament, i si tenim en compte que el centre paga aproximadament uns 2.500 € mensuals en concepte de factures d'electricitat, el període d'amortització per la instal·lació fotovoltaica es podria calcular de la següent manera:

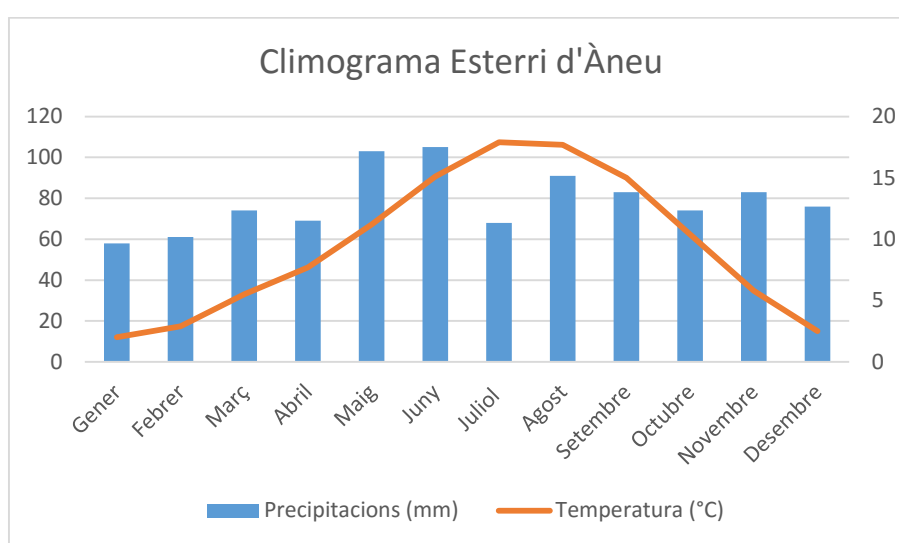
Període amortització (anys) = Cost de la inversió / Cost facturació elèctrica anual = 8,3 anys.

El centre trigaria aproximadament 8 anys en amortitzar la inversió per la instal·lació eòlica.

## Annex II: Potencial aprofitament d'energia hidroelèctrica

Es vol fer un estudi de la viabilitat d'una central microhidràulica que pugui afavorir l'autosuficiència energètica de MonNatura Pirineus mitjançant el medi hídic proper.

Per això, s'haurà d'estudiar quin és el règim fluvial mig dels rius més pròxims al campus, com és el cas de la riera del Tinter i el riu Cabanyeres, avaluant els règims pluviomètrics de la zona per tal de conèixer les fluctuacions del cabal que puguin haver-hi al llarg de l'any.



**Figura annex 2:** Climograma Esterri d'Àneu

**Font:** es.climate-data.org

Com observem en la gràfica anterior, hi trobem precipitacions durant tot l'any; fins i tot durant els mesos més secs com el gener trobem molta pluja (58mm). Això ens condueix a un corrent fluvial constant durant tot l'any i per tant favorable a la instal·lació de la nostra central.

L'elecció d'una central microhidràulica en comptes d'una minihidràulica ve determinada pel barem de potència elèctrica que disposa una central d'aquesta magnitud (5 a 100kW) i que és suficient per cobrir les necessitats d'energia elèctrica del campus (15286 kWh/mes) amb les condicions fluvials que es veuran a continuació.

Tenint en compte que l'energia que volem generar mensualment a la nostra central microhidràulica serà la que cobreixi la demanda elèctrica mensual del campus, es busca quina potència necessitem a la nostra central:

- Estimem que la central està en funcionament el dia sencer, és a dir, 24 hores.
- El consum elèctric mensual de MónNatura és de 15286 kWh.
- El rendiment de la central microhidràulica és del 85%.
- Suposem un salt d'aigua de 20m, acord amb la topografia de la zona.

$$E = P \times t$$

$$E_{\text{ mensual MónNatura (kWh)}} = P_{\text{generada (kW)}} \times t_{\text{ funcionament central (h)}}$$

$$15286 \text{ kWh} = P_{\text{generada}} \times \frac{24h}{1d} \times 30 \text{ dies ;}$$

$$P_{\text{generada}} = 15286 \text{ kWh} / 720h = 21,23 \text{ kW}$$

Si el rendiment de la central és del 85%:

$$r = P_{\text{generada}} / P_{\text{aigua}}$$

$$r = 21,23 \text{ kW} / P_{\text{aigua}} = 0,85$$

$$P_{\text{aigua}} = 21,23 \text{ kW} / 0,85 = 24,97 \text{ kW}$$

Vist que una central amb una potència de 25 kW (centrals microhidràuliques), és suficient per abastir la demanda del campus, s'estudia quin és el cabal mínim del riu necessari per tal que es pugui generar l'energia elèctrica que es requereix.

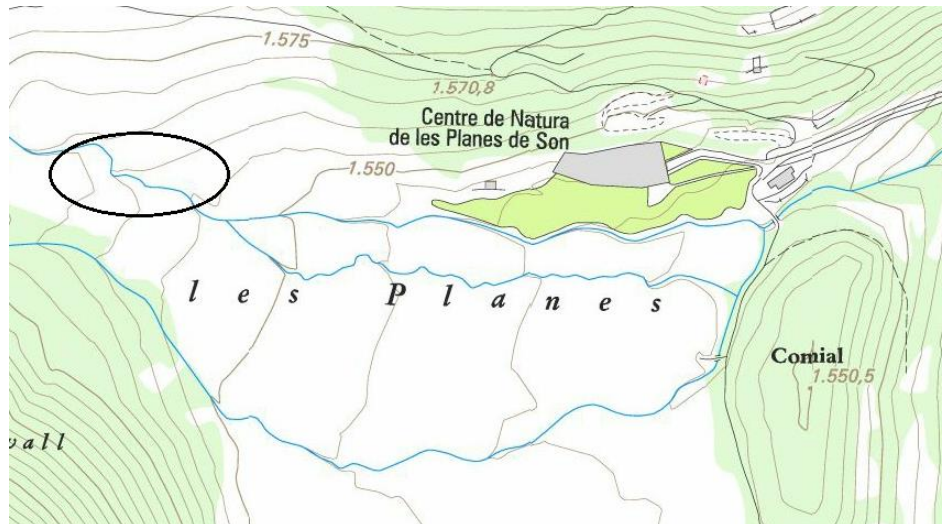
Suposem un salt d'aigua de 20m:

$$P_{\text{aigua}} = \text{caudal (L/s)} \times G \text{ (m/s}^2\text{)} \times \text{altura salt d'aigua (m)}$$

$$P_{\text{aigua}} = Q \times 9,8 \times 20 = 24970 \text{ W}$$

$$Q = 127,39 \text{ L/s} = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

En un dels trams del riu de les Cabanyeres que es va observar, el caudal del riu voltava els 0,3 m<sup>3</sup>/s, amb la conclusió que una central d'aquest tipus és molt compatible amb les condicions físiques del medi.



**Figura annex 3:** Mapa de les Planes de Son amb el riu Cabanyeres senyalitzat

**Font:** icc.cat

#### Avaluació econòmica de la central

En la taula següent es fa un pressupost orientatiu dels principals components d'una central microhidraulica considerant-se únicament el sistema elèctric sense tindre en compte l'obra civil, que és el que té un cost més elevat. Els costos de manteniment no estan comptabilitzats però s'estima que són baixos.

Conceptes		
Unitats	Descripció	
1	Turbina-generador	17.650 €
2	Transformador	5.600 €
3000 m	Linia aerea	1.110 €
Total		24.360 €

**Taula annex 3:** Pressupost estàndard del sistema elèctric d'una MCH

**Font:** upcommons.upc.edu

Com hem dit, el cost de la MCH és de 24.360€, y el cost de l'obra civil és normalment major, suposarem 35.000€. El cost total per tant serà de 59.360€.

Tenint en compte que el cost pel consum elèctric que actualment està pagant el campus ronda els  $0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ , tenim que:

$$59.360\text{€} / 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 395.733 \text{ kWh}$$

Mitjançant les factures de consum elèctric facilitades pel centre, sabem que aquest consumeix al voltant dels 16.800 kWh de promig mensual. Ara ja es pot fer el càlcul de quin serà el temps d'amortització:

$$395.733 \text{ kWh} / 16.800 \text{ kWh/mes} = 23,5 \text{ mesos}$$



### Annex III: Potencial aprofitament d'energia solar fotovoltaica

A continuació s'aplica un mètode per a calcular la instal·lació fotovoltaica que seria necessària al centre MónNatura Pirineus per tal de cobrir tota la demanda d'energia elèctrica del centre. El càlcul és aproximat però dóna una idea del potencial que té la zona per cobrir la demanda energètica del centre.

#### Càlcul de la radiació incident. Hores de sol pic (HSP)

Primer de tot cal saber la radiació incident de MónNatura Pirineus. Per fer-ho, s'ha fet servir l'aplicació PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), en la qual introduint les coordenades es calcula automàticament la radiació incident en un punt. Per calcular-la té en compte la climatologia de la zona, la seva inclinació i orientació.

**Rendimiento del sistema FV conectado a red**

NOTA: antes de utilizar estos cálculos para nada serio, debería leer [esto](#)

**PVGIS estimación de la producción de electricidad solar**

Lugar: 42°37'4" Norte, 1°4'56" Este, Elevación: 1550 m.s.n.m.

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristalino)  
Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 7.2% (utilizando la temperatura ambiente local)  
Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 2.7%  
Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%  
Pérdidas combinadas del sistema FV: 22.3%

Mes	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Ene	2.39	74.2	2.90	90.0
Feb	3.17	88.6	3.87	108
Mar	4.07	126	5.11	158
Abr	3.87	116	4.93	148
Mayo	4.17	129	5.44	169
Jun	4.57	137	6.11	183
Jul	4.80	149	6.47	200
Ago	4.57	142	6.15	191
Sep	4.26	128	5.61	168
Oct	3.59	111	4.58	142
Nov	2.51	75.4	3.09	92.8
Dic	2.12	65.8	2.60	80.5
<b>Media anual</b>	<b>3.68</b>	<b>112</b>	<b>4.74</b>	<b>144</b>
<b>Total para el año</b>		<b>1340</b>		<b>1730</b>

$E_d$ : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)  
 $E_m$ : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)  
 $H_d$ : Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)  
 $H_m$ : Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

**Figura annex 4:** Càlcul de la radiació incident a  
MónNatura Pirineus  
Font: programa PVGIS

La radiació incident s'expressa de la següent manera:  $H_d$ : Mitjana diària de la radiació global rebuda per metre quadrat pels mòduls del sistema ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$ ).

Com es pot observar, el mes amb una radiació solar incident més desfavorable és desembre, amb  $2,6 \text{ kWh} \cdot \text{m}^2 / \text{dia}$ . Aquesta és la radiació que s'utilitzarà per tal de dimensionar la instal·lació fotovoltaica, ja que sinó la instal·lació no cobriria les necessitats reals.

Aquesta radiació és equivalent a les hores de sol pic (HSP), que són el nombre d'hores equivalents que hauria de brillar el sol a una intensitat de  $1000 \text{ W}/\text{m}^2$  per tal d'obtenir la insolació total d'un dia.

### Càlcul dels panells solars necessaris

Primer cal calcular la generació d'electricitat d'un panell solar al llarg d'un dia per poder dimensionar la instal·lació a la demanda elèctrica de l'edifici.

Es farà el càlcul a partir del següent model de panell solar:

Es tracta del model de placa "Panel Solar 250 W Policristalino ATERSA". A continuació se'n descriuen breument les especificacions tècniques:

#### Panel Solar 250W Policristalino ATERSA



Potència de 250 Wp

Potència nominal: 200W- 250W

Dimensions Llarg x Ample x Gruix (mm):  
1645x990x40 mm.

Rendiment: 97%

Preu: 253,31€

Així, per aquest panell la generació d'electricitat durant un dia es calcula a partir de la següent fórmula.

$$E_p = P_p \cdot \text{HSP} \cdot \eta_P$$

On,

$E_p$  : energia del panell solar

$P_p$  : potència nominal del panell solar

HSP : hores de sol pic

$\eta_P$  : rendiment del panell

Per tant, aplicant la fórmula l'energia que generaria el panell solar és:

$$E_p = 250 \cdot 2,6 \cdot 0,97 = 630,5 \text{ Wh/dia}$$

Finalment, per calcular el nombre de panells necessaris per cobrir la demanda energètica de MónNatura només cal dividir la demanda d'electricitat diària per la generació del panell.

$$N^{\circ} \text{ panells solars} = \text{Demanda elèctrica diària (Wh/dia)} / E_p \text{ (Wh/dia)}$$

Així, si la demanda mitjana diària de MónNatura és de 509,5 kWh/dia:

$$N^{\circ} \text{ panells solars} = 509.500 \text{ Wh} / 630,5 \text{ Wh} = 808,1 \rightarrow 809 \text{ panells solars}$$

#### Càlcul de la superfície necessària

Si es té en compte que pel model de placa estudiat cada panell fa 1,65 m de llarg i 0,99 m d'ample, la superfície d'un panell és de 1,63 m<sup>2</sup>. Per tant, caldria multiplicar els panells per la seva superfície per saber la superfície total necessària de la instal·lació:

$$S_{\text{TOTAL}} \text{ (m}^2\text{)} = 809 \text{ panells} \cdot 1,63 \text{ m}^2 = 1321,5 \text{ m}^2$$

#### Càlcul del cost de la instal·lació fotovoltaica i amortització

Com que cada placa té un preu de 253,31 €, la inversió que hauria de realitzar seria la següent:

$$\text{Inversió (€)} = 809 \text{ panells} \cdot 253,31 \text{ €} = 204.927,8 \text{ €}$$

Si tenim en compte que el centre paga aproximadament uns 2.500 € mensuals en concepte de factures d'electricitat, el període d'amortització per la instal·lació fotovoltaica es podria calcular de la següent manera:

Període amortització (anys) = Cost de la inversió (€) / Cost de la facturació elèctrica anual = 6,8 anys.

El centre trigaria aproximadament 7 anys en amortitzar la inversió per la instal·lació fotovoltaica.

#### Annex IV: Potencial aprofitament d'aigües pluvials

Es proposa l'aplicació d'un tanc d'aigües pluvials per tal d'aprofitar l'aigua per als usos del centre per tal de guanyar independència respecte la Riera del Tinter. Actualment aquest recurs no s'utilitza. Per tal de calcular les dimensions del tanc s'ha utilitzat el software Plugrisost.

Aquest treballa amb les dades pluviomètriques de la zona en la qual es fa l'actuació, per manca de dades fem servir les de l'estació d'Espot degut a la proximitat a MónNatura. Han sigut extretes de Ruralcat.

El software ens proposa tres tipologies de tanc amb la respectiva demanda coberta del centre; els resultats es mostren a continuació:

	Dimensions del Tanc (m3)	Demanda satisfeta (%)
Proposta 1	1	57
Proposta 2	2	74
Proposta 3	3	84
Proposta 4	4	84
Proposta 5	5	93
Proposta 6	6	96
Proposta 7	7	97
Proposta 8	8	98
Proposta 9	9	99
Proposta 10	10	99

**Taula annex 4:** Resultats del Software Plugrisost

**Font:** Plugrisost

La proposta òptima es la cinquena: cobrint el 93% de demanda total amb un tanc de 5m<sup>3</sup>.

